

5-293
P 30110
(1865) 1

ESSAIS ANALYTIQUES
SUR QUELQUES MINERAIS
DE LA TURQUIE D'EUROPE ET DE LA TURQUIE D'ASIE

Provenant de l'Exposition de 1863, à Constantinople.

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

le mardi 29 août 1865,

POUR OBTENIR LE TITRE DE PHARMACIEN DE 1re CLASSE

Par Ch. BONKOWSKI

DE CONSTANTINOPLE (TURQUIE),

Ex-interne des hôpitaux de Paris, membre de la Société chimique de Paris,
Membre de la Société d'acclimatation et de la Société d'émulation pour les sciences chimiques et pharmaceutiques,
Essayeur du commerce.

1865-1866

PARIS

IMPRIMERIE DE E. MARTINET

RUE MIGNON, 2.

1865

P. 5. 293 (1865) 1

ESSAIS ANALYTIQUES
SUR QUELQUES MINERAIS
DE LA TURQUIE D'EUROPE ET DE LA TURQUIE D'ASIE

Provenant de l'Exposition de 1863, à Constantinople.

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

le mardi 29 août 1865,

POUR OBTENIR LE TITRE DE PHARMACIEN DE 1re CLASSE

Par Ch. BONKOWSKI

DE CONSTANTINOPLE (TURQUIE),

Ex-interne des hôpitaux de Paris, membre de la Société chimique de Paris,
Membre de la Société d'acclimatation
et de la Société d'émulation pour les sciences chimiques et pharmaceutiques,
Essayeur de commerce.



PARIS

IMPRIMERIE DE E. MARTINET

RUE MIGNON, 2.

1865

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE.

ADMINISTRATEURS.

MM. Bussy, Directeur.
Guibourt, Secrétaire, Agent comptable.
Gaultier de Claubry, Professeur titulaire.

PROFESSEUR HONORAIRE.

M. Caventou.

PROFESSEURS.

MM. Bussy	Chimie inorganique.
Berthelot	Chimie organique.
Lecanu	Pharmacie.
Chevallier	Pharmacie.
Guibourt	Histoire naturelle des médicaments.
Chatin	Botanique.
Valenciennes	Zoologie.
Gaultier de Claubry	Toxicologie.
Buignet	Physique.

PROFESSEURS DÉLÉGUÉS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE.

MM. Gavarret.
Wurtz.

AGRÉGÉS EN EXERCICE.

MM. Lutz.
L. Soubeiran.
Riche.
Bouis.

MM. Grassi.
A. Milne Edwards.
Baudrimont.

Nota. *L'École ne prend sous sa responsabilité aucune des opinions émises par les candidats.*

A SON ALTESSE

Le Grand Vizir FUAD PACHA.

ALTESSE,

La haute position qu'occupe Votre Altesse auprès de notre Auguste Souverain, la réputation que vous ont acquise votre bienveillance comme votre sagesse, m'ont engagé à vous dédier ce travail.

Débutant à peine dans la carrière scientifique, j'ai pensé que si vous daigniez jeter les yeux sur ces quelques pages, fruit, je puis bien le dire, de travaux longs et pénibles, je pourrais peut-être compter sur un peu de cette protection que vous accordez si libéralement à ceux qui vous paraissent animés d'un vrai courage et d'une noble émulation pour le bien de leur pays.

Une jeune génération se forme sous vos auspices, amie du progrès, et y marchant avec confiance; puisse le Très-Haut vous conserver assez longtemps afin que vous jouissiez de la gloire et de la prospérité qu'elle aura données à la Turquie.

Veuillez, Altesse, recevoir l'hommage le plus profond de votre dévoué et reconnaissant serviteur,

Ch. BONKOWSKI.

A

M. BUSSY

Membre de l'Institut,
Directeur de l'École de pharmacie de Paris, etc.

Hommage et reconnaissance.

Qu'il me soit permis de remercier tous mes professeurs pour les bons conseils qu'ils m'ont toujours donnés, et en particulier : M. CHATIN, professeur de botanique à l'École de pharmacie, membre de l'Académie de médecine de Paris, chevalier de la Légion d'honneur ; — M. BUIGNET, professeur de physique à la même école ; — M. LUTZ, professeur agrégé à l'École de pharmacie et à la Faculté de médecine de Paris.

MES REMERCIMENTS SINCÈRES

A

M. AD. WURTZ

Professeur de chimie à la Faculté de médecine de Paris,
Officier de la Légion d'honneur, etc., etc.

Pour les soins et les conseils qu'il m'a prodigués dans son laboratoire.

A

M. ALPH. GUÉRIN

Chirurgien en chef de l'hôpital Saint-Louis,
Chevalier de la Légion d'honneur, etc.

Souvenir et dévouement.

DIVISION DU SUJET.

I. Considérations générales sur les mines de la Turquie.

II. Des minerais de fer.

III. Des minerais de cuivre.

IV. Des minerais de plomb.

V. Des minerais d'arsenic.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR LES MINES DE LA TURQUIE.



Parmi les produits qui ont figuré à l'Exposition nationale de Constantinople, en 1863, on a pu remarquer de nombreux échantillons de minerais, envoyés de tous les points de l'empire ottoman.

C'est la composition chimique et le traitement de ces minerais qui feront l'objet de ce travail.

Comme d'ailleurs aujourd'hui, grâce à la bienveillante sollicitude de notre grand vizir et du directeur général des mines, notre industrie métallurgique est en voie de progrès de plus en plus satisfaisants, et que dans nos usines personne jusqu'ici ne s'est occupé, à ma connaissance, de la question purement analytique, je me trouve très-heureux de pouvoir mettre au service de mon pays les faibles connaissances que j'ai pu acquérir pendant mon séjour à Paris.

Seulement, qu'il me soit permis d'exprimer ici un regret : c'est que la remarquable collection dont je parlais en commençant ne m'ait pas été confiée tout entière ; il en résulte dans mon travail certaines lacunes qu'il n'appartient qu'au temps de combler.

Dans notre siècle, le commerce et l'industrie comptent pour beaucoup dans la prospérité d'une nation ; mais il ne faut pas non plus méconnaître l'importance des produits naturels de son sol : témoin l'Angleterre, qui doit à ses houillères et à ses mines de fer le rang qu'elle occupe en Europe.

La Turquie, entre toutes les puissances, n'est pas sous ce rapport la moins bien partagée; et, en effet, de toute antiquité elle a été réputée comme très-riche en productions métallifères.

On lit dans Homère : « Les Halizones ont quitté la région lointaine d'Alybé, où naît l'argent. » Alybé ou Chalybes était une région de pays comprise aujourd'hui dans l'eyalet de Trébizonde. M. Dubois, de Montperreux, conteste à plusieurs savants que le nom des Halizones dérive de celui du fleuve Halys, et ne voit dans les Halizones qu'un peuple sorti d'Alazan, grande et belle vallée du Kour, au cœur même de l'isthme du Caucase.

Le poëte grec prouve par ce vers que douze siècles environ avant l'ère chrétienne les gîtes métallifères qui existent sur la côte du pont Euxin, à l'orient du Halys, étaient exploités par des mineurs venus très-probablement de l'Arménie. En effet, tous les voyageurs modernes qui ont exploré ces régions confirment ce fait en trouvant les traces évidentes de ces anciennes exploitations.

Strabon, dans son livre XII, au sujet de Pharnokia, ou de Kerasoun d'aujourd'hui, dans le territoire des Khalubès, dit que cette localité possède des mines qui ont fourni de l'argent et du fer, et il ajoute : « La côte » est généralement ici très-étroite, parce qu'elle est immédiatement sous » des montagnes pleines de mines et couvertes de forêts, et comme il y a » peu de terres labourables, il ne reste aux habitants d'autres ressources » pour subsister que les mines et la pêche : les premières entretiennent un » grand nombre de mineurs, et la seconde beaucoup de mariniers. »

Diodore, en parlant de Siderocapsa, en Macédoine, non loin de Salonique, dit « que Philippe, père d'Alexandre le Grand, fit premièrement » forger des philippines d'or quand Crenidas eut retrouvé les mines et les » eut mises beaucoup en valeur »; il ajoute « que dès ce temps-là elles ren» daient chaque année mille talents d'or et beaucoup davantage. »

Pierre Belon, du Mans, dans son livre intitulé : *Les observations de plusieurs singularités*, etc., etc., raconte qu'il a parcouru la Turquie et autres pays de l'Orient, de 1546 à 1549, et parle longuement de l'extraction et de l'affinage de l'or des mines de Siderocapsa. Il ne serait pas inutile

de donner ici la description des mines et le traitement qui servait à séparer l'argent et l'or. Le fait que signale Belon a pour moi beaucoup d'importance, car la quantité d'or que ces mines fournissaient annuellement et qui constituait le revenu du grand seigneur, montait à la somme de 18 000 à 30 000 ducats, après défalcation des frais d'extraction.

Il serait d'un intérêt considérable de retrouver le gisement de ces mines aurifères.

Les mines de Siderocapsa ou la Chrysite des anciens, à l'époque dont parle le voyageur français, devaient être dans toute leur splendeur, car six cents fourneaux répandus dans les montagnes de cette localité étaient alimentés par des pyrites ou marcassites de diverses couleurs.

Toutes les cheminées ou fourneaux étaient construits le long de sept ruisseaux ; les roues qui faisaient aller les soufflets étaient mues par la force hydraulique. Le minerai, préalablement grillé, était jeté dans les fourneaux avec du charbon de bois ; le métal obtenu était placé dans un fourneau particulier où la coupellation s'opérait. A cet effet, des soufflets lançaient avec force l'air sur la flamme de gros bois, le plomb s'oxydait et se transformait en litharge, ou, suivant l'expression du voyageur, « en excrément de métal ». Cette litharge était ensuite refondue et réduite. Le métal, ainsi complétement purifié du plomb, laissait un bouton formé par l'or et l'argent.

L'or était séparé de l'argent par l'eau forte. Un Arménien avait la charge de cette opération, et voici comment il purifiait et transformait l'or en lingots. Celui-ci était battu en lames de forme carrée d'un pied de large, de deux pieds de long et de l'épaisseur d'un centimètre. Dans un fourneau bien propre, on plaçait alternativement les lames d'or et une couche d'une pouche composée de sel, d'alun, de glace, de tuile broyée, et le tout arrosé de vinaigre.

Ceci étant fait, on soumettait cette pile à un feu de charbon pendant une journée, l'or fondu et purifié s'écoulait à la partie inférieure, puis il était forgé. Dans cet état, on le transformait en ducats qu'on envoyait à Constantinople.

L'or monnayé en Turquie était à cette époque très-fin et ne contenait

presque pas d'alliage, aussi il s'usait vite dans la circulation, car, suivant l'expression du même voyageur Belon, « les ducats étaient obéissants et délicats, ils pouvaient se ployer amiablement. »

Ces mines de Siderocapsa étaient tellement connues de l'antiquité, que Linius les décrivant, dit que les rois de Macédoine en tiraient un grand revenu ; elles leur facilitaient les dépenses de guerre et suffisaient pour toutes leurs entreprises; ceci se rapporte à Philippe et à Alexandre le Grand, son fils.

La convoitise, à l'égard de ces mines, était tellement grande, que le Romain Paulus Æmilius, après avoir vaincu le roi Perseus, défendit aux Macédoniens de tirer de l'or de leurs mines, afin de diminuer la richesse de ce peuple et augmenter celle des Romains.

D'après ce qui précède, la Turquie était connue dès la plus haute antiquité, comme possédant des mines variées. Si l'on en croit la Bible, elle serait le berceau de la métallurgie; en effet, l'existence de cet art est attribuée à Tubalcain, l'un des petits-fils de Caïn, tandis que la Fable l'attribuait, au contraire, à Vulcain et aux Cyclopes.

Le sol de la Turquie renferme des richesses minérales dont l'État pourra tirer un grand profit: le fer, le cuivre, l'argent, le plomb, etc., y abondent; quelques rivières de l'Asie Mineure et notamment le Pactole, passent pour rouler des sables aurifères; puis, viennent au nombre des richesses minérales, le sel, le natron, le charbon de terre et les schistes bitumineux, sans compter les diverses variétés de marbres.

es mines les plus considérables se trouvent en Asie Mineure, dans les Eyalets de Trébizonde et d'Erzeroum. Leur produit brut annuel est évalué par M. de Tchihatcheff, à 4 ou 5 millions de francs environ, sur lesquels les cinq huitièmes reviennent au fisc, d'après les lois qui régissent la propriété minière en Turquie.

Je n'ai pas de données précises sur le revenu des mines de la Turquie d'Europe, mais il est certain qu'il est peu considérable. Il est regrettable que le gouvernement n'ait pas livré depuis bien longtemps l'exploitation des mines à des Compagnies européennes, en leur imposant des conditions sagement réglées qui sauvegarderaient les intérêts des parties inté-

ressées, et en instituant des inspecteurs qui verraient par leurs yeux si les engagements sont strictement remplis.

Sans ces précautions, les Compagnies pourraient ruiner en peu d'années les mines, en n'exploitant que les parties les plus riches et les épuisant complétement, en rendant tout travail ultérieur trop coûteux, et par conséquent impossible.

Mais avant tout, l'État devrait faire explorer par des ingénieurs des mines, les principales chaînes de la Turquie, notamment celles composées de roches schisteuses cristallisées comme le Despoto-Dagh, le Schar, l'Olympe, les montagnes de Novo-Brodo et de Kratovo, les Balkans et surtout les montagnes centrales de la Bosnie et des plateaux élevés entre Scopio-Livno pour l'Europe, et pour la Turquie d'Asie, la chaîne entière du Taurus, ainsi qu'une grande partie des autres montagnes de la Péninsule.

D'autres produits minéraux méritent encore de fixer l'attention de l'État, tels que : le sel, qui porte sur trois qualités : le sel gemme, le sel lacustre et le sel marin, et que la nature y a prodigué, n'a pas cessé d'être l'objet d'une exploitation active soit par évaporation, soit par extraction directe; le cinabre de la Paphlagonie et le cristal de roche des montagnes du Pont que connut l'antiquité; l'alun des provinces intérieures qui fut, à certaines époques, l'objet de spéculations importantes.

S'il est un produit sur lequel je dois m'appesantir et qui doit imprimer à notre industrie nationale un essor vigoureux, c'est sans contredit le charbon de terre. Ce combustible fossile se présente ordinairement en Turquie à l'état de lignite; on connaît le long du littoral septentrional de l'Asie Mineure, depuis Erekli (l'ancienne Héraclée) jusqu'à Inébolu, une bande très-allongée, mais étroite, d'un dépôt contenant une houille dont l'âge géologique n'a pas encore été déterminé.

Suivant M. de Tchihatcheff, savant explorateur russe, et qui a passé quinze ans environ dans les possessions ottomanes asiatiques, la production annuelle du charbon de terre dans le district compris entre Érekli et Amasserah, était évaluée en 1850, à 56 millions de kilogrammes.

Le gouvernement songe à donner à l'exploitation de ce précieux com-

bustible, un développement considérable, de manière à fournir à l'industrie et à la navigation à vapeur de puissants éléments de vie.

M. Hommaire de Hell, qui entreprit dans les années 1846 à 1848 un voyage en Asie Mineure, donne une bonne description de l'ensemble des travaux de ces mines découvertes en 1833 environ. Le littoral de la mer Noire, dans la partie qui contient ces mines, est constitué par du calcaire jurassique bouleversé.

Longourda est la localité qui renferme les principales mines de charbon de terre. Les mines les plus éloignées sont à deux lieues de la côte. En 1846, les ouvriers mineurs, pour la plupart Esclavons, dirigeant et abattant le charbon, étaient au nombre de 1500 environ, et en outre 3 à 400 étaient chargés du transport qui durait pendant trois mois de l'année. A l'arrivée de la mauvaise saison, les Esclavons retournaient à Constantinople et les travaux se trouvaient suspendus.

Les mines de Longourda, les plus rapprochées de la côte, sont également les plus abondantes.

Le transport du charbon a lieu sur des charrettes attelées de buffles ; quand il vient de loin, il est transporté à dos de cheval et de mulet. Toutes ces mines étaient d'après cet ingénieur très-mal exploitées, les travaux se bornant à pratiquer une galerie boisée là où le charbon affleure. On suit les couches jusqu'à 20 mètres de hauteur, et dès que les lampes ne voulaient plus brûler, ou que les eaux envahissaient les galeries, lesdites couches étaient abandonnées pour de nouveaux affleurements où l'on commençait de nouveaux travaux.

La vallée de Longourda est large et belle, remplie d'arbres et de champs cultivés ; on comprend sans peine que toute cette localité jusque-là paisible ait pris, grâce à la découverte de cette richesse inattendue, une grande animation et que les produits de ces mines aient répandu dans la population l'aisance et la prospérité, peut-être aussi que les ports de la mer Noire doivent à ces mines leur importance et leur mouvement. Quarante endroits fournissaient le combustible à douze échelles où les bâtiments venaient le prendre. Erekli, aujourd'hui, est l'entrepôt général du combustible minéral.

L'analyse de cette houille, comparée à celle de la houille anglaise, nous donne les chiffres suivants :

	Houille d'Erekli.	Houille anglaise.
Coke	6,026	5,813
Matières volatiles	3,090	4,083
Cendres	0,694	0,094
Pyrites	0,190	traces.
	10,000	10,000

Observations.		Rapports entre les puissances calorifiques.
Un gramme de carbone pur élève de 1 degré du thermomètre centigr.	7,815 d'eau	1,00 ou 10/10
Un gramme de houille anglaise	6,187	0,79 ou 8/10
Un gramme de houille d'Erekli	5,417	0,69 ou 7/10
Différence	0,770 d'eau.	

D'après cette analyse, la combustion d'un gramme de houille d'Erekli, élève de 0° à 1° trois quarts de kilogramme d'eau de moins que la combustion d'un gramme de houille anglaise.

Pour que des travaux de mines soient possibles, il est absolument indispensable d'avoir sous la main du combustible en raison des besoins, mais en Turquie un spectacle qui frappe l'esprit de tout voyageur, c'est la disette de combustible dans les environs d'une usine métallurgique, le fait s'explique lorsqu'on songe que dans les anciennes lois, rien ne venait modérer les coupes de bois ; peu à peu les forêts disparaissant autour des usines, on s'est trouvé forcé d'aller chercher le combustible nécessaire à 20 et 30 lieues quelquefois. Cette insouciance malheureuse des industriels et des habitants se retrouve à peu près dans toutes les provinces de la Turquie ; grâce à la prévoyance du gouvernement qui élabora un nouveau Code forestier, les dégradations considérables et l'emploi du bois depuis lors devinrent plus réguliers.

Les forêts furent divisées par coupes et les arbres ne sont abattus que lorsqu'ils ont pris un développement raisonnable (de vingt-cinq à trente ans) ; grâce à toutes ces mesures, nos forêts sont maintenant préservées d'une destruction complète. Le temps fera disparaître tous les dégâts causés par nos pères, les nouvelles lois protégeront l'état actuel

des choses, et notre industrie métallurgique sera sauvée d'une perte irréparable.

Répartition géographique des mines en Turquie.

La répartition des mines dans les possessions ottomanes, présente des différences considérables au point de vue de la production métallurgique ; l'Anatolie occupe le premier rang, la Turquie d'Europe ne présente pas un contingent notable, mais du jour où l'on voudra s'occuper des richesses enfouies, ou donner aux procédés d'extraction actuellement en usage, une marche tout à fait scientifique et régulière, il n'est pas douteux que l'on ne puisse en tirer rapidement des avantages considérables.

La Syrie, jusqu'à présent, ne mérite pas d'être citée comme pays métallifère.

Pour terminer ce chapitre, je donnerai la répartition géographique des minerais qui font l'objet de ce travail.

En Europe, plusieurs Eyalets nous ont fourni des minerais divers, tels sont :

Bosna et Uskiup : minerais de cuivre, plomb sulfuré, antimoine sulfuré, arsenic sulfuré.

Karatova : minerais de cuivre, plomb sulfuré, massicot naturel.

Dans la Turquie d'Asie, nous trouvons dans les Eyalets suivants :

1° Eyalet d'Aïdin : minerais de fer (Smyrne).

2° Eyalet de Van : arsenic sulfuré (Van), minerai de fer (Mossoul).

3° Eyalet d'Erzeroum : minerai de cuivre (Erzeroum).

4° Eyalet de Trébizonde : minerais de cuivre et plomb sulfuré (Curéli, Djannik, Gumuch-hané, Tirébolu).

5° Eyalet de Sivas : plomb sulfuré (Amassiah).

6° Eyalet de Bozuk ou Bouzavouk : plomb sulfuré (Bouzouk).

7° Iles de l'Archipel : minerai de fer (Crète); minerai de cuivre (Chypre); minerai de cuivre et plomb sulfuré (Samos).

CHAPITRE PREMIER.

DU FER.

Le fer a été connu en Turquie dès la plus haute antiquité, quoique postérieurement à l'or, au cuivre, etc. L'Asie Mineure, d'après plusieurs versions, paraît être le berceau de la première exploitation du minerai de fer. Les Chalybes qui habitaient la région Est du fleuve Halys et qui s'étendaient jusqu'en Colchide paraissent être les premiers qui aient forgé et travaillé le fer avec habileté; tandis que, d'après quelques auteurs, ce seraient les Dactyles, peuple de la Phrygie, à qui reviendrait cette priorité. Cette dernière version ajoute même que vers l'an 1500 avant l'ère chrétienne, ils allèrent porter leur industrie à l'île de Crète.

La Bible, en dernier lieu, donne à Tubal-Cain l'honneur d'avoir introduit l'industrie du fer en Égypte vers l'an 2000 avant l'ère chrétienne; quoi qu'il en soit, l'opinion la plus accréditée fait de l'Anatolie le berceau de la sidérurgie.

Il est plus que probable que la méthode catalane dans la métallurgie du fer a été exclusivement employée chez les anciens peuples, tandis que la méthode des hauts fournaux a dû leur être inconnue. M. Malaguti, dans sa *Chimie*, tome Ier, page 745, dit : « On rencontre dans l'intérieur de
» certaines forêts des amas de scories très-ferrugineuses dont on ignore
» l'origine. Il est à supposer que des sidérurgistes ambulants parcouraient
» le pays avec leurs forges, et que lorsqu'ils trouvaient du minerai conve-
» nable, ils l'exploitaient sur place. Le minerai venait-il à manquer, ils
» transportaient ailleurs leurs fourneaux et laissaient les scories sur les
» lieux comme un témoignage de leur industrie nomade. »

Les Turcs doivent le développement de leur ancienne et terrible puissance à leur habileté de forger le fer. Gibbon raconte que ce peuple, avant de se faire redouter de l'Occident par ses armes, fut l'esclave du khan de Tartarie. Celui-ci les employa à lui forger ses armes dans quelques districts montagneux du centre de l'Asie, où le fer se trouvait en abondance. Un chef audacieux, sorti des rangs de ces forgerons, conçut l'idée hardie de délivrer ses compatriotes opprimés avec les armes qu'ils fabriquaient. Ils levèrent l'étendard de l'indépendance et eurent le bonheur de s'affranchir. Pour perpétuer le souvenir de leur délivrance, dans une fête célébrée chaque année, le peuple issu de ces héros, les nobles et le prince lui-même frappaient avec un marteau, du fer qu'ils avaient fait rougir au feu.

Système d'exploitation des minerais de fer en Turquie.

Les procédés métallurgiques, en Turquie, ont été jusqu'à présent défectueux, mais, grâce à la haute intelligence de l'administration des mines, on y porte remède en introduisant les meilleures méthodes employées en France, en Angleterre et en Allemagne. Nous allons entrer dans quelques développements sur le système d'exploitation employé dans le pays.

M. Ami Boué, géologue distingué, qui entreprit deux voyages scientifiques dans la Turquie d'Europe, traite d'une manière précise et avec une grande sagacité, dans son article *Art des mines* de son ouvrage intitulé : « la Turquie d'Europe, etc. », les différents modes d'exploitation des mines dans les localités nombreuses qu'il a parcourues. Tous les détails qui vont suivre relativement à ces mines sont en grande partie tirés de cet ouvrage, où l'on trouve des conseils, des aperçus et des considérations sages qu'il est utile de méditer et de pratiquer. Il a longuement élaboré les différentes questions relatives à ces sortes de travaux, il relève les abus et indique finalement les améliorations qu'il faut introduire. Les mines d'Egri Palanka sont situées à une lieue et demie à l'est de ce bourg dans des montagnes couvertes de bois. Elles sont formées de fer oxydulé dissé-

miné en très-petits cristaux dans un talcschiste décomposé et tendre, mais recouvert souvent d'une couche assez épaisse de terre végétale.

On emploie un procédé grossier et primitif pour séparer le minerai du talcschiste qui l'accompagne, et qui mieux entendu donnerait de meilleurs résultats.

On fait passer çà et là, sur les rochers, des torrents d'eau en leur laissant le soin de se former un lit ; cette eau vient du haut de la montagne où elle paraît assez abonder et est retenue çà et là par de petites écluses informes en bois. Il s'ensuit que l'eau, coulant sur un plan incliné de plusieurs centaines de pieds, sillonne le sol et descend avec une grande rapidité entraînant la terre végétale. La roche, sous l'impulsion tumultueuse de cette chute d'eau, se brise, se désagrége en plusieurs morceaux contre les angles des rochers dénudés, et le minerai, ainsi séparé de sa gangue, se rassemble par son poids dans les anfractuosités des rochers et dans de petits trous creusés par le torrent.

Il résulte de cette manière de bocarder le minerai que l'on ne parvient pas à le recueillir entièrement, attendu que beaucoup d'anfractuosités sont inaccessibles, et d'ailleurs le minerai ainsi grossièrement trié est répandu sur une étendue considérable de terrains, ce qui augmente les frais.

Il y aurait des améliorations à apporter à cette façon singulière de gâcher le minerai, dont le moindre inconvénient n'est pas seulement la dénudation d'une grande surface de terrains qui devient ainsi impropre à la culture. Il faudrait introduire des bocards fort simples qui ne laisseraient guère échapper de minerai, n'exigeraient pas autant d'ouvriers et qui rendraient certainement en un temps donné plus de minerai que la méthode vicieuse. La proximité des forêts dans ces montagnes et la quantité d'eau rendent cette amélioration très-facile.

On devrait aussi exploiter la roche régulièrement en carrières, à ciel ouvert, et l'on rechercherait surtout les masses les plus riches.

Le minerai, après ce triage, est relavé sur un très-petit lavoir triangulaire, du moins à Klisoura. Les hauts fourneaux sont placés dans le vallon de Klisoura, dans celui de Vrtska-Rieka et dans une autre à l'ouest d'Egri-Palanka. Ils sont fort petits, l'air y arrive par deux soufflets trop minces

et à extrémités de fer, lesquels sont mis en mouvement par une roue verticale de moulin et une poutre entaillée. Près d'Egri Palanka, les fourneaux s'ouvrent toutes les seize heures ; 700 oches (1) de fer demandent 7 charges de charbon ou 490 livres et l'on retire dans cet espace de temps 18 oches de fer fondu.

A Klisoura, on ajoute au charbon de temps à autre des fagots de hêtre. On ouvre le fourneau toutes les douze heures ; on fait 50 à 60 oches de fonte à la fois. On donne à la fonte obtenue à grands coups de marteaux, la forme d'un bloc ; après cela, au moyen de marteaux tranchants et de coins, on y fait une fente, de manière à lui donner la figure d'un bât, disposition qui facilite son transport à dos de cheval dans les endroits où on le transforme en barres et morceaux quadrangulaires.

Un fourneau mieux construit et plus grand avec de bons soufflets, exigerait moins de combustible, ne s'ouvrirait pas si souvent et donnerait du meilleur fer. A l'époque où M. Boué visitait ces usines, le grain du fer fondu était trop peu serré, il était en partie poreux, et cependant le fer oxydulé doit donner du fer de qualité supérieure comparable à ceux de Suède et de l'île d'Elbe.

Dans ces montagnes il y a tout ce qu'il faut pour améliorer ces usines, l'eau et le bois y abondent, et les matériaux de constructions en pierres n'y manquent pas non plus.

On pourrait aussi assez aisément changer en route le sentier de une lieue et demie qui conduit de l'usine à la vallée d'Egri-Déré pour pouvoir transporter à moins de frais le minerai sur des chariots. Je crois toutefois que la route est faite maintenant.

L'emplacement de l'usine laisse à désirer, les frais de transport diminueraient si l'usine était placée plus bas et plus près de la vallée d'Egri-Déré. La fabrication du charbon de bois y a lieu encore sans qu'on suive aucune règle pour ménager les forêts.

A Samakov, on fond un minerai de fer oxydulé d'alluvion semblable au précédent ; il existe plusieurs hauts fourneaux dans le même genre que ceux décrits plus haut.

(1) L'oche ou ocque représente $1^{kil},282$.

On y fond en particulier des boulets de canon et l'on y réduit le fer en barres.

Le pacha de Sophie y faisait bâtir, en 1837, un fourneau d'affinage à l'anglaise avec une haute cheminée et avait envoyé en Angleterre des jeunes gens pour s'instruire dans la métallurgie.

Dans les Balkans, à Samakovdjouk, ou petit Samakov, à l'ouest de Varna, on traite aussi des minerais de fer. A Etropol, on aperçoit encore les ruines de hauts fourneaux, signe évident d'exploitations anciennes.

Il en est de même du pays situé entre Pristina et Guilan, où l'on aperçoit des scories de hauts fourneaux ; on en voit aussi près de Kratovo et à Laregovi, dans la Chalcide.

En Bosnie, près de Voïnitza, il y a une demi-douzaine de mines et quatre à cinq usines. Ces mines sont dans la montagne à une demi-heure au sud du couvent de Voïnitza, ainsi qu'au sud de la petite mosquée isolée à une heure et demie à l'est de Voïnitza, sur la route de Sérajevo et dans la vallée qui descend du mont de Radouscha. On y exploite très-mal du fer hydraté dans des trous à ciel ouvert, ou dans des puits ou mines peu profonds et informes.

Dans la Croatie turque septentrionale, on peut y voir le spécimen de l'enfance de l'art métallurgique, la routine est là vivace ; nos premiers pères n'ont pu travailler autrement ; en effet, les mines de fer hydraté de cette localité méritent qu'on en parle.

Les murs des puits ne sont pas supportés par des traverses de bois, mais simplement par des clayonnages de branches d'arbres, et, ces trous, de forme circulaire, présentent une ouverture très-étroite dont le diamètre a $0^{m},80$ environ, de manière que l'homme peut à peine y descendre. On comprend que ces puits ainsi étayés ne résistent pas à la pression des terres et que des éboulements fréquents aient lieu.

L'usine située près de Voïnitza est la plus importante et mérite d'être signalée.

Le seul fourneau qui soit bâti comme ceux d'Egri-Palanka est muni de soufflets fort longs, très-étroits et mus par des roues hydrauliques. Le minerai qui alimente le fourneau est du fer hydraté brun ou jaune, la

gangue qui est calcaire est assez bien séparée du minerai. Dix ocques de ce minerai ainsi trié et lavé donnent une ocque de fer. Cette usine livrait, en 1835, par jour, vingt-huit ocques de fer fondu; on ouvre le fourneau toutes les vingt-quatre heures. Le charbon est fabriqué de toutes espèces de bois, le fourneau en consommait considérablement et l'on éprouvait des craintes sérieuses sur la pénurie du combustible.

Il existe plusieurs hauts fourneaux en Croatie, trois se trouvent situés dans la vallée, à une lieue et demie à l'ouest de Brounzeni-Maïdan ; d'autres existent près de Stari-Maïdan et de Kamengrad. Dans cette dernière localité, on fond des boulets de canon et des plats en métal pour cuire le pain.

Dans l'île de Samos, Tournefort dans son livre intitulé : *Voyage dans le Levant, etc.*, dit que les mines de fer ne manquent pas, surtout aux environs de Bavonda où le bol rouge est sec et très-fin. C'est un safran de mars naturel dont on retire le fer par le moyen de l'huile de lin.

Dans une des îles des Princes, aux environs de Constantinople, on signale la présence d'une mine de fer oxydulé en assez grande quantité.

Le fer est de tous les métaux celui qui est le plus répandu dans la nature; on le retrouve dans les trois règnes : dans le sang de l'homme et des animaux à sang rouge ; dans les plantes, dont les cendres en contiennent plus ou moins, et enfin dans tous les terrains.

L'industrie du fer a pris naissance bien après celle de l'or, du cuivre, etc., parce que la nature nous offre ces matières à peu près pures et d'un traitement facile, tandis que le fer comprend dans sa métallurgie des réactions, des phénomènes compliqués que le temps, l'avancement des connaissances scientifiques et les besoins nouveaux suscités par la civilisation ont pu expliquer ; le traitement métallurgique des minerais de fer présente néanmoins encore bien des points obscurs. Les ustensiles, les instruments de guerre et de chasse dans les mains de l'homme, qui, à *l'époque de pierre*, étaient en bois, en silex, en os, attestent que le fer forgé est un produit de la civilisation : en effet, lorsque Colomb et ses aventuriers abordèrent pour la première fois sur les rivages du nouveau monde, le fer était encore inconnu chez les peuples indigènes.

Le peu d'étendue de ce travail m'empêche d'entrer dans des développements considérables sur la métallurgie du fer, sur les opérations mécaniques et préalables au traitement, et enfin sur la nature et la composition des oxydes qui servent à l'extraction du métal ; mais le sujet est trop important pour le passer entièrement sous silence.

Minéralogie. — Les seuls minerais de fer qu'on puisse exploiter avec avantage, pour en extraire ensuite le métal, se réduisent à quatre :

1° Le fer magnétique (ou fer oxydulé de Haüy) ;

2° Le fer oligiste (ou fer oxydé rouge) ;

3° Le fer hydraté (ou limonite) ;

4° Le fer carbonaté (ou fer spathique) ;

Le premier oxyde remarquable par ses caractères et ses qualités, est :

1° L'*aimant naturel*, appelé aussi *fer magnétique* et *fer oxydulé*. Il est constitué par un mélange de protoxyde et de sesquioxyde de fer. Il est doué du magnétisme polaire. Il se trouve exclusivement dans les terrains de cristallisation, notamment dans les schistes cristallins, dans les roches granitoïdes, dans les diorites et les serpentines. Sa richesse en métal est considérable ; il donne 72 pour 100 de fer métallique. Son traitement est facile et laisse un fer de la meilleure qualité.

L'acier de la Suède et de la Norvége est réputé à cause du fer magnétique d'où il provient. Les exploitations les plus importantes sont dans la Suède, celles de Taberg en Smoland ; dans la Norvége, celles d'Arendal et de Dannemora en Upland. On exploite à Cogne et à Traverselle, en Piémont, un minerai semblable à ceux de Suède.

2° Le *fer oligiste*, ainsi appelé par Haüy parce qu'il y a très-peu à faire pour retirer le métal. C'est un peroxyde qui contient 69 pour 100 de fer. Il est d'un gris d'acier, lorsqu'il est en masse, et n'offre pas la texture terreuse ; toujours d'un rouge foncé quand on le réduit en poussière, de là le nom de *fer oxydé rouge* qu'on lui donne communément.

L'oligiste se présente sous des formes très-variées ; nous citerons simplement : l'*oligiste laminiforme*, ou fer spéculaire, qu'on rencontre en cristaux aplatis ou en lamelles brillantes dans les laves des volcans ; l'*oligiste écailleux* ou *fer micacé*, qui est en petites masses composées d'écailles

brillantes, lesquelles sont tantôt solidement agrégées, et tantôt se détachent très-facilement les unes des autres en adhérant aux doigts ; et enfin l'*oligiste concrétionné fibreux* ou *hématite rouge*, qui est en masses mamelonnées à texture fibreuse et rayonnée comme celle du bois.

Le fer oligiste forme des dépôts considérables dans les terrains de cristallisation, où il est à l'état métalloïde ; c'est ainsi qu'on le trouve en amas ou filons puissants à Gellivara en Laponie, à l'île d'Elbe, à Framont dans les Vosges et au Brésil. On le rencontre aussi dans les terrains de sédiment, il se présente alors à l'état lithoïde ou terreux, comme à la Voulte dans l'Ardèche. C'est un des minerais les plus précieux : il est très-commun en Suède et très-rare en France. Il est très-recherché parce qu'il donne d'excellente fonte.

3° La *limonite*, ou *fer limoneux*, ainsi nommée parce qu'on la rencontre dans le limon des terrains d'alluvion ; elle s'appelle aussi *fer hydraté.* La limonite se présente en masses concrétionnées ou amorphes, brunes ou jaunâtres ; mais elle est toujours d'un jaune de rouille lorsqu'elle est en poussière. C'est à cette espèce de fer que se rapportent presque tous les minerais de fer des terrains de sédiment, et la plupart de ceux de la France.

Parmi ses variétés, on distingue :

La *limonite fibreuse*, dite *hématite brune ;*

La *limonite compacte*, qui se présente en couches assez puissantes ;

La *limonite géodique*, appelée aussi *aétite* ou *pierre d'aigle ;*

La *limonite oolithique*, nommée encore *mine de fer en grains*, parce qu'elle est sous forme de globules, tantôt de la grosseur d'un pois, tantôt en grains à peine distincts qui sont libres ou réunis par un ciment argileux ; et enfin la *limonite terreuse* ou *ocreuse*, nommée aussi *fer d'alluvion*, etc., qui est de formation moderne, et s'emploie principalement dans la basse Silésie.

En France, les minerais de fer oolithiques et pisolithiques sont une source de richesses inépuisables ; les usines du Creusot et celles de Saint-Chamond ne sont alimentées en grande partie que par ces deux variétés, la dernière surtout. On exploite dans les Pyrénées l'hématite brune. Le

limonite donne de l'acier de forge, comme le fer spathique ou fer carbonaté.

4° Le *fer carbonaté* ou sidérose forme tantôt des masses cristallines, et alors il appartient aux terrains de cristallisation, et tantôt des masses compactes et terreuses, et alors il se rencontre dans ceux de sédiment.

La première variété constitue le *fer spathique* et la seconde le *fer carbonaté lithoïde* ou *fer des houillères.* Le fer spathique est riche en métal et facile à fondre ; il donne directement de l'acier, ce qui lui a valu le nom de *mine d'acier.*

Il existe en filons à Baigorry (Basses-Pyrénées) et alimente de nombreuses forges dans les départements voisins. Il se trouve aussi en grandes masses à Allevard (Isère), et sert à la fabrication de l'acier de Rives.

Le fer carbonaté terreux ou lithoïde se trouve en rognons et quelquefois en dépôts puissants dans le terrain houiller. Quoique d'une valeur intrinsèque assez faible, ce minerai est précieux à cause de son abondance et parce qu'il est dans le voisinage d'un combustible qui peut servir à son traitement métallurgique. C'est presque le seul minerai des Anglais ; mais en France, il ne se trouve en quantité assez considérable qu'à Saint-Étienne (Loire) et à Aubin (Aveyron).

Il existe encore un autre minerai de fer très-abondant et très-répandu dans la nature : c'est le fer bisulfuré ou pyrite, etc., etc.

Cette espèce donne un produit de mauvaise qualité, et son traitement devient trop dispendieux. M. Nordenskjold, en faisant intervenir de la vapeur d'eau dans le grillage des minerais pyriteux de l'Oural et de la Finlande, a obtenu du fer doux de bonne qualité.

Le fer est le métal qui constitue à lui seul la plus grande partie de la valeur créée par l'exploitation des mines dans les États de l'Europe.

L'Angleterre vient en première ligne pour les produits en fonte et en fer. Sur 450 millions environ de produits métallurgiques qu'elle livre annuellement, 400 millions constituent la valeur du fer.

La France tire 150 millions de ses usines à fer et à peine quelques millions de ses autres mines.

L'Allemagne produit 42 millions de fer et de fonte, c'est-à-dire 80 pour 100 de la valeur totale créée par ses nombreuses exploitations.

Toute l'Europe enfin fabrique annuellement pour 600 millions environ de fer, valeur qui dépasse de beaucoup celle du produit des mines d'or et d'argent du nouveau monde.

Métallurgie du fer. — Les minerais de fer exploitables dont nous venons de donner l'énumération plus haut, sont soumis à des traitements qui ont pour but de donner le fer à l'état métallique, ou plus souvent à l'état de fonte; mais ce traitement est rendu plus difficile par la présence constante d'une gangue qui accompagne toujours le minerai et dont il faut se débarrasser.

Cette gangue, ordinairement composée de silice, quartz, d'argile et de calcaire, est par elle-même presque infusible, aussi doit-on, suivant sa nature chimique, ajouter au minerai, avant le traitement, des matières (chaux ou sable fin) destinées à former des silicates doubles plus fusibles et dont il est plus facile de se débarrasser sans perte considérable de fer.

Deux méthodes seulement sont employées pour extraire le fer des minerais :

1° La *méthode des hauts fourneaux*, qui exige une haute température, donne presque tout le métal à l'état de fonte, avec formation indispensable d'un silicate fusible à base d'alumine et de chaux aux dépens de la gangue.

2° La *méthode catalane*, employée dans quelques localités de la Corse et des Pyrénées, fournit un produit assez pur pour être livré immédiatement au commerce en sacrifiant une notable partie du métal qui passe dans les scories à l'état de silicate double d'alumine et de fer. Ce procédé n'est applicable que pour les minerais très-riches en fer.

Dans la première méthode, le minerai, séparé le mieux possible de sa gangue et préalablement mélangé avec la quantité de castine ou d'erbue, est jeté par le gueulard dans le fourneau en couches alternatives avec du combustible, puis on allume le feu.

La masse, chauffée par le bas, perd ses éléments volatils, puis elle entre

graduellement en fusion ; sous l'influence de l'oxyde de carbone et du charbon en excès, le fer est réduit et s'unit à une petite quantité de carbone pour donner de la fonte ou carbure de fer. Celle-ci, liquéfiée avec la scorie ou *laitier*, tombe goutte à goutte dans un creuset. Par une ouverture pratiquée au bas du creuset, on coule le métal fondu dans des lingots dont le fond est de sable fin et que l'on appelle gueuses.

Dans la méthode catalane, le minerai qui est très-riche se trouve en présence du combustible incandescent, l'oxyde de fer est réduit, une autre partie de cet oxyde échappe à la réduction et se combine à la gangue pour sortir à l'état de scorie. La masse de fer, qui est spongieuse et contient un peu de scorie, est forgée avec de puissants marteaux.

Ces deux méthodes sont à différents titres recommandables; ainsi la méthode catalane frappe par sa simplicité et donne du fer de très-bonne qualité ; mais elle n'a qu'un défaut : c'est de coûter trop cher.

470 kilogrammes de minerai donnent, par opération qui dure six heures, 140 à 150 kilogrammes de fer, et exige 500 kilogrammes environ de charbon. La méthode dite des hauts fourneaux, quoique présentant quelques difficultés, mérite cependant d'être prise en sérieuse considération. Toutes les nations l'ont adoptée aujourd'hui, et c'est elle qui constitue réellement l'industrie sidérurgique, et qui produit les 25 à 30 millions de quintaux métriques de fer que l'Europe emploie tous les ans.

Les principales usines en Turquie emploient la méthode catalane ; pour un pays qui possède beaucoup de mines de fer oxydulé très-riches en fer, et d'immenses forêts, ce procédé peut présenter quelques avantages ; mais il est bon aussi de songer aux minerais de fer peu riches qui, jusqu'ici, étaient relégués comme impropres à l'extraction du fer.

La fonte, qui n'est en somme qu'un carbure et un siliciure de fer, pour se transformer en fer, doit passer par une opération appelée *affinage*, et qui consiste à enlever à la fonte son charbon, sa silice, le phosphore et le manganèse s'il y en a.

L'affinage se pratique de deux façons, suivant qu'on emploie du *charbon de bois*, d'où l'affinage par le *procédé Comtois* ou au petit foyer ; et à la *houille*, d'où le *procédé anglais*.

L'affinage repose sur les actions chimiques suivantes : le silicium et un peu de fer s'oxydent sous l'influence de la chaleur par l'action de l'oxygène de l'air et constituent un silicate de fer très-basique. Le carbone réduit l'excès de la base de ce silicate et passe à l'état d'oxyde de carbone. Si dans la fonte il y a du manganèse, il entrera dans le silicate en même temps que l'oxyde de fer; s'il y a du phosphore, il s'acidifiera et passera à l'état salin.

Il existe deux espèces de fonte : la *blanche* et la *grise*. La fonte blanche est très-dure, d'un éclat argentin, résiste à la lime et au foret et casse très-facilement ; tandis que la fonte grise se laisse limer, couper au ciseau, forer assez facilement et possède une couleur qui varie du noir au gris clair. Ces deux fontes contiennent une quantité de charbons qui varie entre 2 et 5 pour 100.

Après ces préléminaires, nous allons entrer dans l'étude même des minerais de fer qui ont été soumis à l'analyse. Les échantillons proviennent de Mossoul, de l'île de Crète et de Smyrne.

Caractères physiques de ces minerais. — L'échantillon de Mossoul sous le numéro 36 offre des caractères particuliers ; d'une dureté considérable, se cassant difficilement au marteau. La masse est formée de limonite et présente des particules formées de malachite.

L'échantillon n° 37, qui provient de Crète, est du fer oligiste spéculaire, avec gangue de quartz et donnant une poudre rouge lorsqu'on la porphyrise.

L'échantillon n° 38, qui provient de Smyrne, est constitué par des petits rognons de 2 à 10 grammes et plus, de formes allongées et aplaties, mélangés avec des morceaux de gangue détachés et formés par du quartz. C'est du fer oligiste.

La quantité des minerais qui a été mise à ma disposition n'a pas été suffisante pour me livrer à des essais variés, mais toutefois elle a répondu aux analyses qui ont déterminé leur composition par la voie humide et par la voie sèche.

Marche suivie dans l'analyse des minerais de fer.

La méthode générale d'analyse que j'ai employée pour le traitement des minerais de fer a été la suivante :

On prend un kilogramme ou 500 grammes de minerai, on le pulvérise finement et l'on prélève sur la masse totale une pesée de 10 grammes; ces 10 grammes, qui représentent la composition moyenne de l'échantillon, ont été attaqués par l'acide chlorydrique pur dans un matras d'assez grande capacité. Celui-ci est surmonté d'un tube de verre effilé à son extrémité. La vapeur d'acide qui se forme quand on chauffe le système, est, en quelque sorte par cette disposition, plus active et la dissolution du minerai n'exige pas beaucoup d'acide, avantage qui épargne la nécessité d'une ébullition prolongée pour en chasser l'excès.

Le fer passe au maximum d'oxydation ; lorsque la dissolution est complète, on étend la liqueur d'eau distillée jusqu'à concurrence de 1000 centimètres cubes.

Chaque 100 centimètres cubes représente un gramme de minerai. On n'a plus qu'à soutirer avec une pipette graduée, la quantité que l'on veut analyser. Ce mode d'agir est évidemment très-avantageux lorsque l'on fait plusieurs dosages d'un même corps, et il exige peu de temps. Seulement, avant de ramener la dissolution à un titre exact, on doit la filtrer pour séparer toutes les matières insolubles dans l'acide. Ce résidu doit représenter le quartz, la silice, l'argile, quelques silicates inattaquables, sulfate de baryte, etc., etc.

Silice. — Le résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique est lavé, puis calciné et enfin pesé ; comme la matière blanche peut contenir autre chose que la silice, on la mélange de cinq à six fois son poids de carbonate de soude, puis on l'introduit dans un creuset de platine.

La silice est attaquée par le carbonate de soude, de l'acide carbonique se dégage en bouillonnant et du silicate de soude est formé.

Lorsque la masse est en fusion tranquille, on retire le creuset du feu à l'état incandescent et on le met sur une barre de fer.

Par ce refroidissement subit, la masse se contracte brusquement et se détache facilement du creuset. On jette la masse dans l'eau bouillante, on lave le creuset et enfin on ajoute de l'acide chlorhydrique qui provoque la séparation de la silice sous la forme gélatineuse ; du chlorure de sodium a pris naissance.

On évapore la solution sur un bain de sable, jusqu'à calcination très-légère. Cette dessiccation a pour but de rendre la silice insoluble dans l'acide chlorhydrique.

On humecte uniformément la masse avec de l'acide chlorhydrique concentré, on couvre la capsule avec une plaque de verre à la température ordinaire. Par là, on rend solubles le fer, l'alumine et la magnésie, en restituant à ces bases l'acide que leur avait enlevé la dessiccation. On ajoute ensuite de l'eau bouillante et l'on filtre la liqueur quand la silice s'est déposée. Celle-ci, lavée et desséchée complétement, est séparée du filtre ; on coupe le filtre en petits morceaux pour l'incinérer dans le creuset de platine ; la silice à son tour est calcinée, son poids réuni à celui des cendres du filtre donne le poids de silice contenue dans 10 grammes de minerai.

Fer. — Plusieurs procédés ont été employés pour doser le fer dans les minerais :

Par le permanganate de potasse,

Par l'ammoniaque,

Par le succinate d'ammoniaque.

Par le premier procédé, on prend 50 centimètres cubes de la liqueur représentant un demi-gramme de minerai, dans lesquels on jette quelques grenailles de zinc très-pur et ne contenant pas de fer ; la liqueur, du jaune passe au vert, puis devient incolore : c'est que sous l'influence du dégagement de l'hydrogène le sel de fer au maximum d'oxydation est ramené au minimum ou sel de protoxyde.

On chauffe un peu et l'on étend de beaucoup d'eau distillée la liqueur qui se trouve dans un matras.

Ce procédé, qui est dû à Marguerite, est fondé sur l'oxydation des sels de fer au minimum par une solution titrée de permanganate de potasse. Quand on ajoute du permanganate de potasse à la solution d'un sel de protoxyde de fer en présence d'un excès d'acide, le fer passe au maximum d'oxydation aux dépens de l'oxygène du permanganate, qui se transforme en un sel de potasse et en un sel de protoxyde de manganèse.

D'après cela, si l'on connaît le volume d'une solution de permanganate de potasse, nécessaire pour faire passer un gramme de fer du minimum au maximum d'oxydation, il est clair que l'on déterminera facilement la quantité inconnue de fer qui se trouve dans une liqueur par le volume de la solution de permanganate nécessaire pour opérer cette transformation.

D'un côté, on verse dans une burette graduée au dixième de centimètre cube une liqueur de permanganate de potasse qui possède une capacité de saturation égale à 7 cc,6 ; c'est-à-dire que 0 gr,1 de fer peut exiger pour passer au maximum d'oxydation 7 cc,6 de la solution de permanganate de potasse. On voit par ce qui précède que c'est une méthode purement volumétrique. La quantité de permanganate de potasse dépensée donne la richesse du minerai en fer, et par une simple proportion on parvient à connaître la quantité de fer à l'état de Fe ou de Fe^2O^3.

L'ammoniaque est un réactif puissant pour doser le fer ; son action sur ce dernier consiste à déplacer cette base en précipitant du sesquioxyde de fer Fe^2O^3. L'alumine et le manganèse peuvent se précipiter également.

On prend une certaine quantité de la solution primitive que l'on peut appeler normale, on y verse de l'ammoniaque en excès, puis on chauffe jusqu'à l'ébullition. Un précipité rouge brun très-volumineux d'hydrate de sesquioxyde de fer apparaît, on verse sur un filtre, on lave avec soin à l'eau bouillante pour le débarrasser de toute trace de chlorure d'ammonium. Le précipité, d'abord desséché, puis calciné, a considérablement diminué de volume. Son poids est celui du sesquioxyde de fer déshydraté.

Ce dosage peut être fait par la potasse, mais il a le désavantage sur le précédent que le précipité de sesquioxyde de fer retient de l'alcali malgré tous les lavages.

On dose facilement le fer par le succinate d'ammoniaque, mais il doit

être au maximum d'oxydation. On ajoute à une certaine quantité de la solution chlorhydrique, de l'ammoniaque en excès, très-étendue goutte à goutte, jusqu'à ce qu'une petite portion de fer soit précipitée à l'état d'hydrate de sesquioxyde de fer ; on porte la liqueur à une douce chaleur en examinant si le précipité persiste, sinon, on ajoute de nouveau quelques gouttes d'ammoniaque de manière à maintenir un léger précipité au sein de la liqueur colorée en rouge brun. Il est nécessaire que la liqueur ne soit pas non plus incolore. Alors on ajoute à la liqueur une solution tout à fait neutre de succinate d'ammoniaque aussi longtemps qu'il se manifeste un précipité, puis on chauffe légèrement le mélange. On laisse refroidir, et l'on recueille le précipité sur un filtre.

Le précipité, lavé d'abord à l'eau froide, puis à l'eau chaude, est additionné d'ammoniaque sous l'influence de laquelle sa couleur devient plus foncée.

Le lavage à l'ammoniaque a pour but de lui enlever l'acide succinique en excès, qui pourrait pendant la calcination déterminer la réduction d'une partie de l'oxyde de fer.

Les lavages terminés, on dessèche le précipité dans l'entonnoir, on calcine dans un creuset de platine en favorisant l'accès de l'air, de manière à le transformer en totalité en peroxyde et à incinérer complétement le filtre.

Cuivre. — Il existe plusieurs procédés pour doser le cuivre dans les minerais, je ne citerai que les deux suivants qui donnent le meilleur résultat. Ce sont les suivants :

Par l'hydrogène sulfuré,
Et par les liqueurs titrées.

Par le premier procédé, on traite une quantité connue de solution chlorhydrique légèrement acide par l'hydrogène sulfuré. Lorsque tout le cuivre a été précipité à l'état de sulfure, on le recueille sur un filtre ; on lave vite et sans interruption avec une solution aqueuse d'hydrogène sulfuré. Le lavage à l'hydrogène sulfuré a lieu pour empêcher qu'une partie

du sulfure de cuivre ne se sulfatise au contact de l'air et ne soit entraînée par les eaux de lavage.

Quand le sulfate de cuivre est sec on l'enlève du filtre, on le met dans une capsule de porcelaine et on ajoute une petite quantité d'acide chlorhydrique. On chauffe modérément jusqu'à ce que la couleur du soufre séparé soit devenue d'un jaune pur.

Le filtre est incinéré dans un petit creuset de porcelaine, et on ajoute les cendres au contenu de la capsule. La liqueur acide est étendue d'eau, filtrée et précipitée par la potasse. Le précipité qui prend naissance est d'un bleu clair et formé par l'hydrate d'oxyde de cuivre, l'ébullition le transforme en oxyde anhydre noir. Celui-ci, recueilli sur un filtre lavé, séché et calciné, donne le poids de CuO.

Par les liqueurs titrées :

Le procédé suivant, qui permet de doser le cuivre rapidement et avec beaucoup d'exactitude, est fondé :

1° Sur la propriété que possèdent les sels de cuivre de se dissoudre dans l'ammoniaque en formant une liqueur d'une couleur bleue très-intense ;

2° Sur la précipitation de cette liqueur ammoniacale par les sulfures solubles, et sa décoloration complète, lorsqu'il ne reste plus de cuivre en dissolution.

La liqueur titrée dont on fait usage est une solution de monosulfure de sodium. Pour doser le cuivre par cette méthode, on opère de la manière suivante : on pèse 1 gramme de minerai, et on le dissout dans un excès d'acide nitrique ou d'eau régale. Quand l'attaque est terminée et que la plus grande partie de l'acide a été chassée par la chaleur, on laisse refroidir pendant quelques instants le matras, et l'on ajoute un excès considérable d'ammoniaque. On chauffe alors le matras de façon à déterminer une douce ébullition et l'on verse peu à peu la liqueur titrée de sulfure de sodium, préalablement mesurée dans une burette divisée en dixièmes de centimètre cube. Le cuivre se dépose à l'état d'oxysulfure $CuO,5CuS$.

Il est facile de saisir la fin de l'opération ; il suffit de laisser le précipité se déposer et de laver les parois du ballon avec une fiole à jet remplie

d'ammoniaque. Aussitôt que le liquide est décoloré, on cesse d'ajouter la solution de sulfure de sodium, et on lit sur la burette le nombre de centimètres cubes employés. Ce volume de liqueur titrée, consommé pour la décoloration, fait connaître le poids du cuivre qui se trouvait en dissolution.

Avant de faire cette opération, il est indispensable de titrer rigoureusement la solution de sulfure de sodium. Dans ce but, on pèse 1 gramme de cuivre pur, on le dissout dans 5 ou 6 grammes d'acide nitrique, on ajoute à la liqueur 40 ou 50 centimètres cubes d'ammoniaque concentrée ; puis, on détermine, en opérant comme il vient d'être dit, le nombre de centimètres cubes de la solution de sulfure alcalin, qui sont nécessaires pour produire la décoloration.

Chaux et magnésie. — On mélange la solution étendue avec du chlorhydrate d'ammoniaque, puis, avec un léger excès d'ammoniaque concentrée. Si un précipité se manifeste, il faut ajouter de nouveau du chlorure d'ammonium pour le faire disparaître. On verse alors de l'oxalate d'ammoniaque dans la liqueur limpide jusqu'à ce que ce réactif ne détermine plus de précipité ; on laisse reposer douze heures dans un endroit chaud, puis on recueille le précipité d'oxalate sur un filtre lavé, séché et calciné dans un creuset de platine, en présence de quelques gouttes d'acide sulfurique qui transforme un sel instable à la chaleur en un composé fixe, le sulfate de haux. On pèse à cet état.

Les eaux de lavage de ce traitement sont concentrées en présence d'un éger excès d'acide chlorhydrique, et on les réunit à la liqueur filtrée, on verse alors un excès d'une solution de phosphate de soude, on agite fortement avec une baguette de verre sans toucher les parois du vase, puis on laisse déposer pendant vingt-quatre heures dans un endroit chaud. On filtre et on lave le précipité avec de l'eau, contenant le cinquième de son volume d'ammoniaque, puis on le sèche et on le calcine dans un creuset de platine couvert. Le filtre est inciné à part, les cendres du filtre réunies au précipité calciné donnent le poids de pyrophosphate de magnésie.

Manganèse (méthode anglaise). — Le fer étant au maximum d'oxydation, on sature d'abord la liqueur par l'ammoniaque jusqu'à ce que le précipité ne se redissolve plus. On ajoute alors un petit excès d'acide acétique bien pur (et ne renfermant pas de matières organiques, goudron, etc., qui ont la propriété de ramener un peu de feu au minimum), assez cependant pour redissoudre le précipité formé par l'ammoniaque. On porte la liqueur à l'ébullition et on ajoute un excès d'acétate d'ammoniaque.

Le fer seul précipite, on filtre la liqueur en la maintenant bouillante et aussi rapidement que possible. On lave le précipité et on laisse alors refroidir la liqueur qui doit être incolore et ne plus contenir de fer. On ajoute alors 4 à 5 grammes de brôme, et enfin un excès d'ammoniaque. On porte la liqueur à une douce chaleur sans faire bouillir, Mn^2O^3 précipité. Pour s'assurer que ce précipité ne contient pas de fer, on le recueille, lave, sèche et pèse, puis on le redissout et le traite par le succinate d'ammoniaque qui précipite le fer, s'il en restait.

Le précipité calciné donne le poids de Mn^3O^4, d'où l'on déduit la quantité de manganèse.

Soufre. — Tout le soufre que peuvent contenir les minerais par l'action de l'acide chlorhydrique, se tranforme en sulfate. On le dose par conséquent à l'état de sulfate de baryte BaO,SO^3. A cet effet, on porte une certaine quantité de liqueur primitive à l'ébullition et l'on verse alors du chlorure de baryum, d'où un précipité qui se rassemble bien. On laisse reposer pendant douze heures; on décante après la liqueur sur le filtre en ayant soin de ne pas remuer le précipité. Quand tout le liquide a filtré on laisse le précipité sur le filtre et l'on verse de l'eau bouillante pour entraîner les matières solubles; on dessèche le précipité, on le calcine et on incinère à part le filtre.

Phosphore. — Le phosphore contenu dans les minerais ayant passé, par l'acide chlorhydrique, à l'état de phosphate soluble, on verse dans la liqueur un mélange limpide de sulfate de magnésie, de chlorure d'ammonium et d'ammoniaque concentrée. On agite avec une baguette, mais sans toucher les parois du vase. On laisse déposer pendant douze heures au

moins dans un endroit chaud, puis on filtre et on lave le précipité avec de l'ammoniaque étendue de trois à quatre fois son volume d'eau.

Le lavage est terminé quand le chlorure de baryum ne détermine pas le plus léger trouble dans les liqueurs filtrées.

On sèche le précipité, on calcine et le phosphate ammoniaco-magnésien est transformé en pyrophosphate de magnésie qu'on pèse.

Arsenic — Les essais préliminaires n'ayant pas démontré la présence dans les minerais de l'arsenic, nous trouvons inutile de décrire son mode de dosage.

Alumine.— Le fer et l'alumine étant précipités dans la liqueur primitive par l'ammoniaque, on attaque ce précipité par du bisulfate de potasse ; lorsque le dégagement d'acide sulfurique a cessé et que la fusion est tranquille, on arrête l'opération. On dissout dans l'eau la masse figée, on fait bouillir en ajoutant de la potasse afin de saturer l'excès d'acide contenu dans la liqueur. Du sous-sel de fer se précipite, on le sépare avec le filtre, et dans la liqueur, on verse de l'ammoniaque en excès qui précipite l'alumine très-blanche et en beaux flocons ; celle-ci filtrée est lavée, séchée et calcinée. Le poids donne la quantité d'alumine contenue dans le minerai.

Voici le tableau de la composition des minerais de fer que j'ai analysés par la voie humide :

Quantités pour 100.

	PROVENANCE ET NUMÉROS D'ORDRE DES MINERAIS.		
	N° 36. (Mossoul.)	N° 38. (Smyrne.)	N° 37. (Crète.)
Silice	4,14	1,52	9,90
Fer	64,65	99,58	84,58
Cuivre	26,8	»	»
Magnésie	»	»	»
Chaux	1,58	»	1,062
Manganèse	»	»	»
Alumine	»	»	1,53
Soufre	»	traces.	»
Phosphore	»	»	»
Arsenic	»	»	»
Acide titanique	»	»	»
	97,17	101,10	97,072

Les 64,65 de Fe^2O^3 trouvés dans l'analyse ci-dessus (Mossoul, n° 36), correspondent à 45,26 de fer métallique.

Les 99,58 de Fe^2O^3 (Smyrne, n° 38), correspondent à 69,589 de fer métallique.

Et enfin les 84,58 de Fe^2O^3 (Crète n° 37), correspondent à 59,21 de fer métallique.

Les trois minerais de fer ci-dessus mentionnés ont été analysés par la voie sèche.

Dans un creuset à brasque, on introduit 20 grammes de minerai bien pulvérisé et mélangé préalablement de 5 grammes de carbonate de soude desséché et d'une petite quantité de charbon en poudre. Le creuset est soumis à une chaleur considérable et après 3 heures, on laisse refroidir le fourneau.

En cassant le creuset, on retrouve au fond le culot métallique parfaitement rassemblé ; 20 grammes de minerai de Mossoul ont donné un culot de fonte pesant 11^{gr},605, soit 58^{gr},025 pour 100.

20 grammes de minerai de Crète ont donné un culot de fonte pesant 7^{gr},865, soit 39^{gr},325 pour 100.

20 grammes de minerai de Smyrne ont donné un culot de fonte pesant 13^{gr},922, soit 69,610 pour 100.

En résumé, les trois minerais dont je viens de donner la composition présentent tous les caractères propres à faire de bonnes fontes et de bons aciers.

L'échantillon provenant de Mossoul mérite d'être pris en sérieuse considération, attendu que la quantité de cuivre qu'il renferme doit le classer dans les minerais de cuivre. Il peut d'ailleurs aussi être traité ensuite comme minerai de fer après avoir été épuisé de son cuivre.

Les acides étendus peuvent avantageusement extraire le cuivre et précipiter celui-ci de sa dissolution par des barres de fer. Ce procédé est exclusivement nécessaire dans des pays où le combustible ferait défaut ; en effet, le cuivre, précipité par le fer, est en poudre et presque pur. Il faut bien moins de combustible pour le fondre et le livrer au commerce que s'il avait fallu le traiter dans les fourneaux par la méthode ordinaire.

Si cet échantillon représente la composition moyenne du gisement de Mossoul, il serait à désirer que le gouvernement s'occupât sérieusement du traitement d'un minerai si riche

Le soufre, le phosphore, l'arsenic, le silicium, etc., se rencontrent peu ou point dans ces minerais. Ces métalloïdes possèdent, comme on le sait, la propriété de rendre les fontes et les aciers cassants ou aigres.

Des applications du fer à la pharmacie et à l'industrie.

Les applications du fer à la pharmacie et à l'industrie sont très-variées et très-nombreuses.

En médecine, les préparations ferrugineuses ou martiales sont fréquemment employées. Elles constituent un remède héroïque contre l'anémie, la chlorose. Elles agissent comme toniques et astringentes avec plus ou moins d'énergie, suivant leur degré de solubilité.

La limaille de fer s'administre en poudre, tablettes, en pilules, en électuaires, etc. ; l'éthiops martial ou safran de mars astringent ; le peroxyde qui a été préconisé comme un excellent contre-poison de l'acide arsénieux, lorsqu'il a été tout récemment préparé ; le sous-carbonate de fer ou safran de mars apéritif ; l'eau ferrée, qui n'est qu'une dissolution de ce dernier ; l'iodure de fer, qui est sans contredit la préparation la plus efficace dans les scrofules et les maladies syphilitiques des os, et qui a été également recommandé dans la cachexie tuberculeuse ; le sulfate de fer, qui forme la base des pilules de Vallet, de Blaud et du sirop chalybé de Willis ; le tartrate ferrico-potassique, qui constitue le principe actif des préparations connues sous les noms de boules de Mars, de boules de Nancy, de vin chalybé ; le lactate de fer, recommandable à cause de sa grande solubilité ; le tannate de fer, utile surtout dans la chlorose accompagnée de diarrhée ; et enfin le citrate de fer ammoniacal, qui se prescrit sous forme de sirop, et le sirop de pyrophosphate de fer de Leras.

Telles sont les préparations les plus employées pour les usages médicaux, auxquelles vient se joindre le fer réduit par l'hydrogène.

En tête des préparations ferrugineuses nous trouvons les oxydes suivants :

Le colcotar Fe^2O^3 appelé sesquioxyde de fer, oxyde ferrique, etc., est un peroxyde de fer anhydre. Il s'obtient en calcinant du sulfate de protoxyde de fer. Il entre dans la composition de l'onguent de Canet.

Le safran de mars apéritif n'est que du sexquioxyde de fer hydraté $Fe^2O^3 + 2aq$. Il s'obtient en précipitant la dissolution du sulfate de fer pur par le carbonate de soude. Dans les offieines, on le conserve dans des vases fermés sous forme de bouillie elaire.

Cèt hydrate a perdu beaueoup de son importance depuis que M. Bussy a démontré que la magnésie est aussi efficaee que lui et surtout plus agréable à prendre dans des eas d'empoisonnement par l'acide arsénieux.

Le safran de mars astringent n'est autre ehose que du colcotar qui retiendrait un peu de fer non peroxydé ; il se prépare en ehauffant le safran de mars apéritif.

L'éthiops martial des pharmaeiens, appelé oxyde ferroso-ferrique, oxyde de fer noir, FeO,Fe^2O^3, se prépare en préeipitant une dissolution formée d'un mélange de sulfate de protoxyde et de sulfate de peroxyde de fer, par une dissolution de earbonate de soude ; ou bien eneore en exposant au eontact de l'air de la limaille de fer humectée d'eau.

Parmi les combinaisons du fer avec les métalloïdes, nous devons citer les deux chlorures eorrespondants par la composition au protoxyde et au sesquioxyde.

Le protochlorure de fer FeCl s'obtient en ehauffant de la limaille de fer avee de l'acide chlorhydrique. On évapore la liqueur, et l'on a des eristaux hydratés d'un vert pâle, très-déliquescents et décomposables par la chaleur.

Le perchlorure de fer, appelé aussi ehloride de fer, Fe^2Cl^3, s'obtient, à l'état anhydre, sous forme de belles paillettes irisées, brunes ou d'un vert foneé, en chauffant du fer dans un eourant de chlore. Il s'obtient en solution aqueuse en traitant le fer par l'eau régale, et possède une couleur jaune foneée. Le sesquichlorure est décomposé à la chaleur rouge par la

vapeur d'eau en acide chlorhydrique et en peroxyde de fer, qui tous deux se forment aux dépens de la vapeur aqueuse.

On connaît deux iodures de fer :

Le protoïodure FeI, qui s'obtient en faisant réagir l'iode sur le fer en excès et en présence de l'eau ; le periodure Fe^2I^3 n'est pas employé.

Il existe trois cyanures de fer correspondant au protoxyde, au sesquioxyde et à l'oxyde salin ; ce sont :

Le protocyanure FeCy,

Le sesquicyanure Fe^2Cy^3,

Et le cyanure salin FeCy, Fe^2Cy^3.

Ces cyanures ont la propriété remarquable de s'unir aux cyanures métalliques, et de donner lieu, entre autres composés, aux prussiates de potasse jaune et rouge, et au bleu de Prusse.

Le carbonate de protoxyde de fer, le seul qui nous intéresse, se trouve dans la nature à l'état spathique; il s'obtient artificiellement à la température de 160°, en mettant dans un tube hermétiquement fermé une dissolution de carbonate de soude et une dissolution de sulfate de protoxyde de fer. On l'obtient à l'état d'hydrate par voie de double décomposition à la température ordinaire.

Récemment précipité, il est d'un blanc un peu blond et nacré ; mais, au contact de l'air, il ne tarde pas à se colorer en vert pâle, en perdant de l'acide carbonique et en se suroxydant. Lorsqu'il est devenu d'un jaune brunâtre, on lui donne le nom de safran de mars apéritif. Cette précipitation, suivant Soubeyran, est un mélange d'hydrate et de carbonate de peroxyde de fer.

Le carbonate de fer se trouve, dans les eaux ferrugineuses, dissous par un excès d'acide carbonique.

Il existe deux sulfates de fer : le protosulfate et le sesquisulfate.

Le premier est généralement connu dans le commerce sous le nom de couperose verte, vitriol vert et de fer vitriolé ; sa formule est représentée par $FeO, SO^3 + 7aq$.

Dans les laboratoires, il se prépare en dissolvant du fer métallique dans

de l'acide sulfurique étendu. Le plus souvent, dans le commerce, il est mêlé à un peu de sulfate de cuivre qu'il faudra débarrasser pour les usages en médecine.

Dans les arts, le procédé des laboratoires serait coûteux ; on obtient plus aisément ce sel en faisant griller des pyrites ou sulfures de fer naturels. Par le grillage, le soufre et le métal s'oxydent; la plus grande partie du soufre se transforme en acide sulfureux, mais une partie passe à l'état d'acide sulfurique et se combine avec l'oxyde métallique, formant ainsi du sulfate de fer que l'on retire par des lavages répétés. Comme les pyrites renferment généralement du sulfure de cuivre, le sulfate de fer renferme toujours une certaine proportion de sulfate de cuivre que l'on sépare en chauffant la dissolution des deux sulfates en présence des lames de fer.

Le sulfate de peroxyde de fer s'obtient sous forme de poudre jaunâtre en chauffant du sulfate de protoxyde de fer anhydre avec l'acide sulfurique concentré, puis en chassant l'excès de ce dernier par la chaleur.

C'est ce sulfate de peroxyde qui forme avec les sulfates de potasse et d'ammoniaque, des aluns dont la formule est semblable à celle de l'alun ordinaire.

Le fer sous différentes formes fournit beaucoup de produits à l'industrie et aux arts.

La fonte, telle qu'elle sort du creuset, et après les formes qu'on lui a données, sert à certains objets, comme tuyaux pour la conduite des eaux, colonnes et bâtis de machines. Pour les objets de plus petite dimension et qui exigent plus de travail, la fonte a besoin d'une seconde fusion.

Le protoxyde de fer, employé en petite quantité, sert à colorer les fondants vitreux en vert foncé, comme pour les bouteilles ordinaires. Le peroxyde de fer anhydre naturel est employé sous le nom de sanguine, de pierre à brunir pour le polissage des métaux : on en fait aussi des crayons. Réduit à l'état de colcotar, c'est-à-dire en poudre très-fine, qu'on appelle également rouge d'Angleterre et rouge de Prusse, il est usité dans la peinture à l'huile. Enfin, il est employé pour colorer en jaune rougeâtre les fondants vitreux.

Le sulfate de fer, l'acétate ainsi que les cyanures de fer, s'emploient dans la teinture des étoffes et des cuirs.

CHAPITRE II.

DU CUIVRE.

Le cuivre est assez généralement répandu en Turquie. Plusieurs localités sont réputées comme riches en minerais cuprifères.

L'île de Chypre, qui a donné son nom au cuivre, a dû son ancienne réputation aux célèbres mines qui étaient exploitées depuis un temps immémorial.

La métallurgie du cuivre a dû être antérieure à celle du fer à cause de la facilité avec laquelle ce minerai se traitait ; tandis que le fer exigeait des connaissances plus approfondies, témoin les instruments de cuivre que l'on rencontre dans les fouilles avant l'époque du fer.

Système d'exploitation des minerais de cuivre en Turquie.

Plusieurs mines en Turquie sont aujourd'hui en voie d'exploitation et leurs produits paraissent suffire à la consommation intérieure du pays ; ainsi : les mines d'Argana Maden, de Kasthamouni et autres. Les renseignements que l'on possède sur les mines de cuivre de l'Asie Mineure ne sont pas très-nombreux ; celles-ci ont été très-peu étudiées par les voyageurs étrangers ; beaucoup d'entre eux qui parlent longuement de la Turquie d'Europe, ont pour ainsi dire totalement négligé la Turquie d'Asie et les descriptions sur la métallurgie du cuivre sont très-courtes. M. Emile de Chancourtois et surtout Hommaire de Hell ont cru utile d'étudier ces mines et nous laissent quelques descriptions dont nous allons en tirer parti.

Le liva de Kasthamouni, qui alimentait beaucoup d'usines dans le temps et qui est maintenant à peu près déchu de son ancienne splendeur, a été

décrit par Hadji-Kalfà, connu aussi sous le nom de Kiatib-Tchelebi. Dans son livre intitulé « *Djihannuma* » ou miroir du monde, il trace quelques descriptions intéressantes sur la localité et voici dans quels termes :

« La montagne de cuivre est dans ce liva (Kasthamouni). Elle a environ 30 milles de tour. Ce sont plusieurs monts élevés comme des minarets et dont la terre est rougeâtre et paraît comme une terre brûlée. Il croît de l'herbe dans quelques endroits, mais non pas partout.

» On tire la matière en creusant, on la met par monceaux, ensuite on y met le feu. Ces monceaux brûlent pendant vingt jours. Il y a une ferme pour le grand seigneur, particulière pour le soufre qui en coule et cette ferme n'a rien de commun avec celle du cuivre. Après que les monceaux ont cessé de brûler, le cuivre reste en masse, et c'est ce qu'on appelle *cuivre noir;* ensuite on le met dans des fourneaux qu'on appelle *Zamberek*; on souffle le feu avec de grands soufflets pendant vingt-quatre heures pour mettre ce cuivre en fusion et pour le purifier.

» On tire de chaque fourneau 3000 batmans (1) de cuivre ainsi purifié qu'on met dans un grand fourneau, dans lequel on met du saule vert en menus morceaux, et l'on remue le tout avec des perches, à mesure que le cuivre se met en fusion et se purifie une deuxième fois en brûlant pendant quelque temps.

» Sur 3000 batmans, on en compte 1000 pour le feu, 1000 pour le myri, et 1000 pour les entrepreneurs. On tirait autrefois, tous les ans, de cette mine pour le myri 10 000 batmans de cuivre ou 76 920 kilogrammes, dont 3000 étaient pour les dépenses ou les frais, et le reste était mis dans les magasins du sultan; mais aujourd'hui on n'en retire que 6000 batmans par an. »

Lorsque le géographe turc parlait à cette époque, déjà il citait la déchéance de Kasthamouni aux dépens de Tokat qui a considérablement accru les productions métallurgiques cuprifères ; en effet, il a enlevé au premier presque toute la fabrication d'ustensiles de cuivre.

M. Emile de Chancourtois, géologue qui explora en 1844 cette partie de

(1) Le batman équivaut à 6 ocques turques.

l'Asie Mineure, dit quelques mots des mines d'Argana Maden. A cette époque, des Autrichiens venus de chez eux à l'appel du gouvernement ottoman, remplacèrent par de nouvelles constructions les anciens fourneaux et exploitèrent des minerais de première qualité en rejetant tous ceux qui ne dépassaient pas de 5 à 6 pour 100 de cuivre ; très-souvent la richesse des minerais qu'ils traitaient allait jusqu'à 27 ou 28 pour 100. Ce géologue prétend que Argana-Maden envoyait à dos de chameaux le cuivre noir brut à Tokat, où des fourneaux à réverbère et à manche, construits sur les modèles de ceux de Hongrie par les mêmes ingénieurs autrichiens, l'affinaient et l'envoyaient dans cet état à des négociants français qui le dirigeaient en France.

Hommaire de Hell, qui parcourut le pays de 1846 à 1848, c'est-à-dire quelque temps après M. de Chancourtois, ne fait pas mention de l'envoi du cuivre noir brut d'Archana à Tokat, mais il ajoute que presque toute la population de cette ville était employée aux usines et à l'exploitation des mines ; que les quatre fourneaux principaux avaient fourni l'année de 1846: 33 000 batmans de cuivre, et les autres neuf fourneaux avaient donné 27 000 environ, ce qui fait un total de 60 000 batmans.

Les quatre fourneaux employaient annuellement 50 000 couffes (de 10 batmans chaque) de bois assez fortement carbonisé ; les fourneaux de grillage consommaient 160 000 couffes de charbon moins carbonisé, et on faisait venir ce dernier de quinze lieues de distance, toujours à dos de mulet.

Trois cents personnes étaient employées aux usines et trois cent cinquante aux mines. Les maîtres recevaient de 5 à 7 piastres par jour. Les ouvriers qui chargeaient les fourneaux ainsi que les mineurs recevaient à peu près le même traitement, et enfin ceux qui cassaient et faisaient le menu ouvrage n'avaient que 2 piastres et demie. Tous sans exception recevaient en plus 2 ocques de pain par jour.

Minéralogie. — Le cuivre existe dans la nature sous la forme de vingt-cinq espèces minérales, dont nous ne citerons que les principales.

Le cuivre natif se trouve dans les dépôts de cuivre sulfuré, de cuivre

pyriteux et de cuivre carbonaté. Il est souvent cristallisé dans les formes propres au système cubique. On le rencontre encore fréquemment sous forme de dendrites, de lamelles ou de filaments plus ou moins allongés. Enfin on l'observe aussi en grains ou en masses arrondies et isolées, quelquefois très-volumineuses ; on en cite une trouvée au Canada qui pesait plus de 3000 kilogrammes.

Le cuivre oxydulé ou zigucline n'est que du protoxyde de cuivre rouge. Cette espèce constitue, au Pérou et au Chili, des mines très-importantes ; mais le plus souvent elle accompagne les dépôts de sulfure et de carbonate de cuivre, comme dans les mines de l'Altaï, et celles de Chessy, près de Lyon.

Le cuivre pyriteux, appelé encore pyrite de cuivre et cuivre jaune, a reçu des minéralogistes le nom de *chalkopyrite*. C'est un sulfure double de cuivre et de fer remarquable par sa couleur jaune de bronze.

On le trouve tantôt sous forme de cristaux, tantôt en amas et en filons. C'est cette espèce qui fournit presque tout le cuivre qui se trouve dans le commerce, parce qu'elle est la plus commune ; le comté de Cornouailles, en Angleterre, la Norvége, la Suède, la Hongrie et l'Allemagne en Europe constituent des dépôts assez considérables.

En France, la chalkopyrite comprend de nouveaux gîtes, mais ils sont épais et trop peu volumineux pour pouvoir être exploités avantageusement.

La panabase, appelée vulgairement cuivre gris, à cause de la couleur gris d'acier qu'elle présente, est une autre sorte de sulfure à base multiple (d'antimoine, d'arsenic, de cuivre, de fer, de zinc et d'argent), qu'on rencontre soit à l'état cristallisé, soit à l'état amorphe, c'est un minerai assez commun, en Saxe, au Harz, en Angleterre, au Mexique, et en France à Baigorry, dans les Pyrénées, et à Sainte-Marie-aux-Mines, dans les Vosges.

Cette espèce est traitée comme minerai de cuivre, et elle est souvent assez ipomrtante à cause de l'argent qu'elle renferme.

Il existe trois carbonates de cuivre, l'un anhydre appelé mysarine, du lieu où il se trouve, et les deux autres hydratés sont ·

La malachite et l'azurite.

La malachite, qu'on désigne encore sous les noms de cuivre carbonaté vert, vert de montagne et cendres vertes, se présente à l'état cristallisée, mamelonnée, fibreuse, compacte, etc.

Cette espèce se trouve presque partout; mais les plus beaux échantillons proviennent des mines de l'Oural et du Banat. Beudant conseille de transformer ce minerai en sulfate de cuivre, plutôt que de le jeter avec les autres minerais dans les fourneaux des mines pour la préparation du cuivre.

L'azurite, appelée aussi cuivre bleu, cuivre carbonaté bleu, cuivre azuré et azur de cuivre, se rencontre dans la nature le plus souvent à l'état cristallin, mais quelquefois aussi à l'état terreux, globuliforme et plus ou moins impure. Cette espèce, qui forme quelquefois, comme à Chessy, des dépôts assez considérables, sert à préparer du sulfate de cuivre, ou à la préparation du cuivre si la substance est très-abondante.

On trouve aussi dans la nature un sulfate de cuivre naturel appelé cyanose, couperose bleue naturelle et vitriol bleu naturel.

Ce composé, dissous dans l'eau, se cristallise par l'évaporation des eaux mères, ou, si l'on veut retirer le cuivre de ce sel, on jette au fond des bassins de la vieille ferraille qui précipite tout le cuivre sous forme d'une poudre cristalline. Ce cuivre, ainsi obtenu, est nommé *cuivre de cément;* il ne reste plus qu'à le soumettre au raffinage.

Ainsi, en somme, les minerais de cuivre qui servent à l'extraction du du cuivre, se réduisent à cinq ou six espèces environ.

Métallurgie du cuivre.

La métallurgie du cuivre est très-simple lorsqu'il s'agit de traiter les carbonates et le cuivre oxydulé ; mais quand il s'agit de retirer de la pyrite cuivreuse le cuivre métallique, voici comment on y procède :

On débarrasse d'abord le minerai de sa gangue par des préparations mécaniques, puis on le soumet à plusieurs grillages successifs, soit en tas, soit dans des fours à réverbères, en y ajoutant des scories et d'autres fon-

dants quand il n'existe pas assez de matières siliceuses dans le minerai lui-même.

Le cuivre a plus d'affinité pour le soufre que n'en a le fer, tandis que le fer a plus d'affinité pour l'oxygène, surtout en présence de l'acide silicique, le protoxyde de fer étant une base énergique. On comprend dès lors que dans le phénomène du grillage, le soufre se dégage en acide sulfureux, le fer du sulfure est oxydé et se combine à l'acide silicique ; l'oxyde de cuivre formé à cause de son affinité pour le soufre, le lui enlève au fer ; en dernier lieu, après toutes ces transformations, le cuivre contient encore du sulfure de fer, mais bien moins qu'auparavant, et le produit final s'appelle *matte cuivreuse*.

Il suffit de fondre la matte cuivreuse en lui faisant subir un second puis un troisième grillage, toujours avec de la silice, afin d'éliminer successivement tout le fer et jusqu'à ce qu'enfin on obtienne du cuivre noir.

Le cuivre arrivé en cet état renferme encore des impuretés et mérite d'être purifié avant d'être livré au commerce. A cet effet, on soumet le cuivre noir à l'affinage ou raffinage, opération qui a pour objet de le débarrasser des matières étrangères qu'il renferme. Elle s'opère dans un petit foyer qui se compose d'un creuset hémisphérique revêtu à l'intérieur d'une brasque formée d'une partie d'argile et de deux parties de charbon. Lorsque le cuivre noir est en pleine fusion, on projette avec le soufflet une certaine quantité d'air à sa surface. Il se dégage alors de l'acide sulfureux, des vapeurs blanches d'antimoine, si le minerai en contenait. Les scories, à mesure qu'elles sont formées, sont retirées au moyen d'un ringard.

L'ouvrier, quand il juge que l'opération est terminée, éteint le foyer, et, après avoir enlevé toute la scorie, verse sur le métal une petite quantité d'eau qui solidifie une portion de ce dernier sous forme de disque. Il enlève ce disque et répète la même opération jusqu'à ce qu'il ait retiré ainsi tout le cuivre.

Ces disques ont une apparence bulleuse et une couleur rouge violacé d'où le nom de rosettes.

Mais, comme ce cuivre renferme en dissolution encore de l'oxydule, on refond les rosettes et l'on recouvre le métal fondu d'une légère couche de

petits charbons de bois; l'oxydule se réduit et le cuivre devient très-malléable, mais cette opération est très-délicate et exige de l'ouvrier beaucoup de tact.

Le traitement de l'oxydule, du carbonate de protoxyde et du sulfure simple de cuivre, avons-nous dit, est de la plus grande simplicité. Pour les deux premières espèces, il suffit de les faire fondre au contact du charbon, dans des fourneaux à cuve et avec des scories siliceuses. Le cuivre noir, une fois obtenu, est ensuite raffiné.

Quant au sulfure simple, le grillage qu'on lui fait subir lui enlève tout le soufre, et, par suite, l'oxyde de cuivre formé est réduit par le charbon.

La purification du cuivre se fait souvent par une méthode qui présente beaucoup d'analogie avec la coupellation. C'est par l'addition du plomb en quantité ménagée qu'on raffine les cuivres noirs très-impurs, comme ceux que les usines françaises achètent en assez grande abondance dans l'Asie Mineure, le Pérou et le Chili.

Les minerais de cuivre sont assez rares : après les gîtes de Cornwal, des monts Ourals, du lac Supérieur, de l'île de Cuba et du Chili, on ne peut guère citer que quelques exploitations dispersées dans les districts métallifères de la Suède, de la Hongrie et de la Toscane.

Les minerais de la Toscane, du Coquimbo ou Chili et de l'île de Cuba, sont transportés en grande partie à Swansea, dans le pays de Galles, où ils subissent le traitement métallurgique.

La qualité du cuivre dépend des minerais qui l'ont fourni : les pyrites sont souvent, en Cornwall, mélangées de fer arsenical, de galène et de blinde qui altèrent la qualité du produit.

Les filons de cuivre sont remarquables par leur étendue; le principal d'United-mines a été, dit-on, reconnu sur une longueur de 9000 mètres.

Les minerais de cuivre que j'ai analysés proviennent des localités suivantes :

Bosna, Uskioup, Erzeroum, Trébizonde, Cureli et Tirébolu, Chypre.

Caractères physiques de ces minerais :

Sous le n° 25 on distingue un échantillon provenant de Bosna et qui est

constitué par du cuivre gris ou panabase, du carbonate de cuivre disséminé dans la masse totale de l'échantillon.

L'échantillon n° 27, qui provient de Bosna, est de la limonite avec du cuivre carbonate.

Le n° 28, provenant de Bosna, est du cuivre gris pareil au n° 25.

Le n° 29, de Trébizonde, présente les caractères d'une scorie noire et vitreuse; cette substance n'a pas donné de traces de cuivre.

Le n° 30, provenant de Trébizonde-Curéli, est de la pyrite de cuivre irisée.

Le n° 31, qui provient de Trébizonde-Tirébolu est de la pyrite cubique ou ordinaire de fer contenant un peu de cuivre.

Le n° 33, de Trébizonde, est de la pyrite de fer et de cuivre ou chalkopyrite à l'état terreux.

Le n° 34, d'Erzéroum, constitué par du cuivre oxydulé, de la malachite et du quartz.

Le n° 26, provenant d'Uskiup, est de la pyrite de fer en cristaux avec du quartz.

Le n° 32, provenant de Chypre, est de la pyrite de fer cubique.

La méthode générale d'analyses que j'ai suivie pour le traitement des minerais de cuivre a été la même que celle employée pour les minerais de fer. Nous n'aurons donc pas à faire des répétitions oiseuses.

Quantités pour 100.

	PROVENANCE ET NUMÉROS D'ORDRE DES MINERAIS.						
	Bosna. N° 25.	Bosna. 27.	Erzeranne. 34.	Trébizonde. 33.	Tréb. Curéli. 30.	Tr. Tireboli. 31.	Uskiup. 26.
Silice	4,241	4,46	1,571	5,20	16,08	9,60	6,4
Cuivre métallique	18,7	15,13	8,70	18,7	15,5	7,3	8,7
Oxyde de fer	8,3	72,5	26,4	44,8	42,6	53,7	54,3
Chaux	traces.	6,92	2,05	....	2,30	....	.....
Magnésie	....	....	....	....	....	....	.....
Soufre	....	....	....	....	....	1,586	1,535
Phosphore	7,5	....	....	3,39	1,42	....	.....
Alumine	....	....	0,036	0,066	0,08	traces.	0,56

Nota. — Le cuivre a été précipité à l'état de sulfure et dosé à l'état d'oxyde : les résultats ont été contrôlés par le procédé de M. Pelouze, et les chiffres ci-dessus représentent la moyenne de diverses analyses.

Applications du cuivre à la pharmacie et à l'industrie.

Le cuivre fournit à la pharmacie et à l'industrie son contingent.

Beaucoup de préparations cuivreuses ont été employées en médecine ; à l'intérieur, elles stimulent, irritent ou enflamment la muqueuse des voies digestives ; à l'extérieur, elles agissent comme stimulantes, styptiques et corrosives. Les acétates de cuivre, particulièrement le sous-acétate qui faisait la base des fameuses pilules de Gerbier, ont été jadis fort préconisés contre le cancer.

Le chlorure hydraté a été également fort employé (teinture verte de Stisser, teinture bleue d'Helvétius) contre les scrofules et le rachitisme, mais actuellement ces remèdes sont abandonnés avec raison comme inefficaces.

En Angleterre, le sulfate de cuivre passe pour le vomitif le plus puissant. Ce sel a été administré dans plusieurs maladies nerveuses. L'azotate de cuivre a réussi dans certaines formes d'affections syphilitiques qui s'étaient montrées rebelles au mercure.

A l'extérieur, les préparations cuivreuses s'emploient sous forme d'emplâtres, de collyres, d'injections et comme escarotiques.

Le vert de gris (sous-acétate) sert à préparer l'emplâtre divin, l'onguent égyptiac, la cire verte de Baumé, etc., qu'on emploie quelquefois comme stimulants dans le traitement de certains ulcères. Le chlorure de cuivre et d'ammoniaque et le sulfate de cuivre entrent dans la composition d'une foule de collyres stimulants ou styptiques ; ils sont employés avec succès en injections dans certaines blennorrhagies et leucorrhées chroniques.

La médecine vétérinaire tire aussi de certaines préparations cuivreuses un grand parti.

Le cuivre métallique sert à la fabrication des ustensiles de cuisine et, allié à divers métaux, comme le zinc et l'étain, en proportions plus ou moins variées, il donne des alliages qui constituent le métal des cloches, le tomback, le bronze, le laiton, le maillechort, etc., etc. Dans la teinture. les verts de Schweinfürt et de Scheele sont employés pour les couleurs vertes.

CHAPITRE III.

DU PLOMB.

Le plomb est répandu dans le sol de la Turquie sous diverses formes, principalement à l'état de galène et alimente un grand nombre d'usines.

Le district de Djanik, dans l'Eyalet de Trébizonde, est renommé pour la quantité de mines de plomb qui servent à extraire ce métal.

Système d'exploitation des minerais de plomb en Turquie.

Dans la Turquie d'Europe, plusieurs mines de galène argentifère sont le sujet d'une exploitation ancienne ; beaucoup de ces mines sont délaissées, soit par des éboulements passés, soit que les frais d'exploitation n'aient pas été couverts par la production.

Nous allons passer en revue les localités qui fournissent du plomb.

En tête, les mines de Kratovo ou Karatova, en Macédoine, et situées à une lieue et demie au sud de cette ville, sur le plateau d'une montagne, nous frappent par leur importance.

Ces minerais de galène argentifère gisent en petits nids et en très-petits filons dans une bande de porphyre décoloré en blanc, en partie silicifiée. Ils y sont accompagnés de chaux carbonatée, massive et cristallisée d'un peu de fer hydraté, de pyrite et de quartz.

La galène est quelquefois cristallisée en cubes ou cubo-octaèdres. Cette espèce de filon, dans le sens du mineur, court de l'est à l'ouest.

La fonderie est placée dans la ville même; les mêmes inconvénients que nous avions signalés dans l'exploitation des minerais de fer, notamment à Egri-Palanka, à Samakov, etc., se représentent ici.

Le puits d'extraction, qui est trop large, est maintenu par une trop grande quantité de poutres plantées là pour empêcher les éboulements.

Le minerai tel qu'il sort de la mine est envoyé avec sa gangue à Karatova, à l'usine où on lui fait subir les opérations mécaniques et chimiques nécessaires pour l'extraction du métal. On grille le minerai assez mal, puis on le jette dans les fourneaux sans autre préparation ni pulvérisation. On conçoit sans peine que le feu n'a pas d'action sur le centre des morceaux et qu'une grande partie ainsi échappe à la fusion.

M. Boué croit savoir que :

400 ocques de cette galène argentifère donnaient

200 ocques de plomb et

700 drachmes d'argent.

Dans ce procédé d'extraction, toute la litharge n'est pas recueillie, comme elle devrait l'être. A Bosna, à Guilan, aux environs de Salonique, au sud-est de Sidero-Capsa, existent d'abondants gîtes de galène argentifère.

En Bulgarie, près d'Etropol, on prétend qu'il y en a. Les montagnes de schistes talqueux et de quarzite, près de Novo-Brodo, de Kratovo et de Janievo, à l'est du bassin de Kossovo, renferment positivement des minerais argentifères ; les historiens parlent même d'or. De là est venu probablement le nom de la ville Kourchoumli (ville de plomb).

Près de Sophie, sur le mont Vitosch, on cite non-seulement des minerais argentifères, mais même de l'or ; en effet, il y a des traces de très-anciennes exploitations. Près d'Ochrida et à Ostroumdscha, on cite des minerais argentifères, ainsi que près de Nevrecop.

Si nous passons maintenant à la Turquie d'Asie, nous sommes frappés de la variété et de l'abondance des mines, surtout dans l'Eyalet de Trébizonde. On dirait que la nature ait voulu doter spécialement ce coin de terre en richesses minéralogiques. Tout contribue, en effet, à considérer cette localité comme très-privilégiée ; plusieurs ports importants, tels que Trébizonde, Samsoun, Sinope, etc., offrent aux productions diverses et variées des débouchés importants. La richesse agricole de cette localité contribue à rendre pour une grande part ce pays heureux.

Plusieurs savants ont exploré cette partie de l'Asie Mineure. Hommaire de Hell, qui succomba par excès de fatigues, Texier et Émile de Chancourtois, nous ont laissé quelques descriptions de ces mines et du mode d'exploitation des minerais. En partant de Trébizonde, la première mine qui se présente aux yeux du voyageur est celle de Gumuch-hané, ce qui veut dire fabrique d'argent ou la maison d'argent. Cette localité est ainsi nommée à cause des usines qui retirent de la galène argentifère le précieux métal.

La ville de Gumuch-hané est située au sud de la chaîne de Kolat, sur une rivière nommée dans le pays Saman-Sou, qui prend sa direction au nord-ouest et que l'on croit avoir son embouchure près de Térébolu.

Les Arméniens, qui constituent la partie la plus importante de la population de Gumuch-hané, se livrent depuis un temps immémorial à l'exploitation de cette vallée.

Le gouvernement dispense un grand nombre de ces derniers de payer l'impôt, et la ville entière est exempte de la dîme, à condition de fournir les ouvriers nécessaires aux mines.

Ces mines sont affermées par le gouvernement à des entrepreneurs arméniens.

Gumouch-hané, un des 6 livas de Trébizonde, comprend 8 kazas et n'a plus son ancienne splendeur; autrefois l'exploitation des mines alimentait plus de trente fourneaux ; un filon excessivement riche ayant été submergé sans qu'on pût y faire écouler les eaux, l'exploitation s'est réduite à une seule mine qui alimente un seul fourneau.

La mine actuellement exploitée est au nord-est de la ville, presque sur le sommet d'une montagne. Un puits de 40 mètres de profondeur est la seule ouverture pratiquée pour descendre dans la mine. Les travaux sont irréguliers et suivent le filon. Celui-ci peut avoir 2 mètres d'épaisseur, mais le minerai est pauvre et produit peu d'argent.

La galène, préalablement concassée, est grillée dans des fourneaux cylindriques ayant 1 mètre 10 centimètres de hauteur sur 2 mètres de diamètre.

Le charbon et le minerai sont placés par couches alternatives, ayant de

15 à 20 centimètres d'épaisseur. Un trou pratiqué vers le milieu sert pour mettre le feu. Six petits soupiraux placés à la partie inférieure donnent passage à l'air qui alimente le feu.

Cette opération, qui dure de cinq à huit jours, se trouve terminée lorsque le charbon est consumé. Le minerai ainsi préparé est jeté dans des fourneaux rectangulaires de $0^m,40$ de côté sur $1^m,10$ de hauteur. Une cheminée les surmonte. Au-dessus du gueulard est une ouverture par laquelle on charge le minerai et le combustible, et par où s'échappe également la fumée du creuset. Un canal partant de la partie inférieure du fourneau et qui sert à diriger le métal fondu, se rend directement dans un second creuset situé en avant et couvert de charbons incandescents.

Des ouvriers vident le creuset à l'aide de cuillers de fer, à mesure qu'il se remplit. Un fourneau reste à l'ordinaire au feu pendant cinq jours et cinq nuits, consommant dans ce laps de temps 80 charges de charbon de bois (60 okes), et produisant une quarantaine de galets de plomb de une oke et demie.

Le plomb est coupellé dans un creuset, ayant environ $0^m,60$ de diamètre, sur $0^m,15$ à $0^m,18$ de profondeur.

L'opération se fait au bois. Sitôt que le métal est fondu, des soufflets disposés de manière à lancer de l'air sur la surface du métal liquide, transforment le plomb en litharge qu'on laisse écouler sur le devant jusqu'à ce qu'il ne reste que de l'argent au fond.

On emploie six heures environ pour séparer dans les 60 galets, le plomb d'avec l'argent. Ces 60 galets donnent environ de 120 à 130 drachmes d'argent.

Le charbon de bois, qui sert seul à l'entretien des fourneaux, est apporté à dos d'âne de deux à trois journées de distance.

En 1848, ces travaux étaient dirigés par quatre familles grecques, depuis un temps immémorial.

Elles ont à leur charge le payement des ouvriers, la fourniture des instruments de travail, de la poudre et de la moitié du charbon, l'autre moitié étant au compte du gouvernement, et reçoivent en échange 8000 piastres par an de la Porte.

Après Gumuch-hané vient une seconde ville minière, *Keban-Maden*, appelée aussi simplement *Gumuch*, résidence d'un kaïmakam et qui a bien plus d'importance que la première ville, sous le rapport de ses usines et hauts fourneaux.

Keban-Maden, ville de 850 maisons, réparties entre les Turcs, Arméniens et Grecs, est située sur un plateau, présentant à l'ouest un ravin qui débouche dans l'Euphrate, et à l'est des sommités escarpées qui bordent le fleuve.

Tout autour sont des montagnes, jadis couvertes de forêts et aujourd'hui complétement arides, le bois ayant servi à alimenter les fourneaux. L'usine est au fond du ravin.

En 1840, des Autrichiens appelés par le gouvernement ottoman vinrent fonder un grand établissement modèle tout à fait à la hauteur des connaissances métallurgiques employées dans l'Europe. Ces ingénieurs répondirent à la confiance du gouvernement, de telle manière que dans l'espace de huit mois la production en argent s'éleva à 400 okes; cependant les fonds sur lesquels ils devaient compter leur ayant manqué, ils abandonnèrent l'entreprise.

Un ingénieur turc qui avait acquis des connaissances métallurgiques en France, en Angleterre et en Allemagne, vint les remplacer en prenant la direction des mines et des usines. Les Grecs qui exploitaient ces travaux et qui avaient été dépossédés par les Autrichiens, firent jouer tellement leur influence qu'ils reprirent l'établissement. Ce fut un malheur, car ils compromirent tout par leur ignorance; ils se jetèrent dans l'ornière de la routine ancienne. En effet, dans l'année qui suivit celle de leur réintégration, ils fournirent 200 okes d'argent seulement, tandis que sous la direction de l'ingénieur turc, le niveau de la production s'était maintenu comme sous le temps des Autrichiens. Jadis on retirait d'un quintal (44 okes) 30 onces d'argent, tandis qu'aujourd'hui on n'en retire plus que 16 à 18 onces.

Le charbon et le bois, qui viennent de 12 et même quelquefois de 20 lieues de distance, sont fournis par les Kurdes. Le bois qui alimente les fourneaux de fusion est d'abord légèrement carbonisé.

Trois cents à trois cent cinquante hommes sont occupés tant à l'usine qu'aux mines. Tous les employés sont payés par l'État et tous les frais de l'établissement sont également à sa charge.

La métallurgie du plomb, par sa grande facilité et sa simplicité, est mieux comprise en Turquie que la métallurgie du fer et du cuivre, par exemple. Dans celle de ces deux derniers métaux, des connaissances chimiques sont indispensables pour se rendre compte des réactions qui se passent dans les phénomènes de la métallurgie.

MINÉRALOGIE. — Trente-cinq espèces environ concourent à fournir la famille du plomb. L'espèce qui alimente les fourneaux et fournit tout le plomb du commerce est le *sulfure de plomb*, appelé communément *Galène*.

GALÈNE. —Ce minerai, qui ressemble à première vue à la plombagine et à la blende ou sulfure de zinc, se distingue cependant de la première par sa densité qui est de 7,59, tandis que la plombagine a une densité de 2,24. Quant à la blende, elle perd son éclat lorsqu'on y projette l'haleine et si on la gratte avec un couteau, la trace est terne, tandis que la galène ne présente pas ces caractères.

Les formes cristallines les plus ordinaires de ce sulfure sont le cube et l'octaèdre ; les variétés de formes et de structure accidentelles qu'il présente sont peu nombreuses.

La galène est généralement argentifère; la proportion d'argent qu'elle contient, varie de 0,001 à 0,003. Dans la plupart des circonstances, une galène qui contient 0,003 peut supporter la coupellation. Assez fréquemment la proportion s'élève à 0,005 ; la galène est alors considérée comme riche. Lorsque la galène contient 0,01 d'argent, comme dans quelques mines des environs de Frieberg, c'est un véritable minerai d'argent.

D'après une analyse de Thompson, la composition de la galène est la suivante :

		Rapports atomiques.	
Soufre	13,02	0,064	1
Plomb	85,13	0,065	1
Fer	0,50	»	»

Et elle est représentée, par conséquent, par la formule PbS.

D'après M. Beudaut, une certaine quantité d'argent peut remplacer le plomb, et se combiner au soufre et former un sulfure.

D'après une analyse d'un minerai de Schemuitz, il résulte que cette galène avait la composition suivante :

		Rapports atomiques.	
Soufre	13,40	0,066	1
Plomb	79,60	0,061	1
Argent	7,00	0,0055	
	100,00		

Il existe des galènes antimoniées, ferrifères et zincifères.

La galène se rencontre dans les terrains de cristallisation aussi bien que dans ceux de sédiment. On la trouve en filons réguliers, en masses intercalées et en veinules distribuées d'une manière irrégulière dans certaines roches; enfin, en nodules disséminés dans les terrains stratifiés et qui paraissent leur être contemporains.

Les filons de Sainte-Marie-aux-Mines, sont au milieu du gneiss, ceux de Poullaouen et du Huelgoat (Finistère) coupent le schiste et la grauwacke ; ceux de Lomberland en Angleterre sont dans le calcaire carbonifère. Quelques filons traversent les calcaires jurassiques, comme à Allone (Charente), et à Bleiberg (Carinthie). Enfin, on rencontre de la galène en nodules ou grains disséminés à Leadhills (Ecosse), à Eiffel (Prusse rhénane), etc.

Le *plomb carbonaté*, ou *céruse naturelle*, bien qu'assez rare, est le minerai le plus commun après la galène. Il ne forme point de gîtes par lui-même, mais partage les gisements de la galène.

Métallurgie. — Les minerais de plomb que l'on exploite, avons-nous dit, sont le *carbonate de plomb* et la *galène*.

Le traitement du premier est des plus simples, le minerai est chauffé avec du charbon dans des *fourneaux à manche*, le plomb liquide va se rassembler dans une cuve placée au bas des fourneaux.

Tandis que la galène exige quelques opérations tant mécaniques que chimiques, et comprend deux méthodes de traitement :

La *méthode par réduction*, et la *méthode par réaction*.

La première méthode est appelée par *réduction*, parce qu'on déplace le plomb par le fer, et s'applique aux minerais chargés de gangue, surtout à ceux dont la gangue est très-siliceuse.

Le second procédé, la *méthode par réaction*, est fondé sur l'action réciproque de l'oxyde et du sulfate de plomb sur le sulfure. En effet, lorsque la galène est soumise au grillage dans un fourneau à réverbère, il se forme une certaine quantité d'oxyde et de sulfate de plomb, de sorte que l'on a $PbS + 2PbO = 3Pb + SO^2$.

Et puis on ferme toutes les ouvertures du fourneau et l'on donne un bon coup de feu après avoir bien brassé la matière. C'est dans ce moment que la réaction entre l'oxyde, le sulfate de plomb et le sulfure a lieu. Nous l'exprimons par l'équation suivante :

$$PbO,SO^3 + 2PbO + 2PbS = 3SO^2 + 5Pb.$$

Cette méthode, qui s'applique aux minerais assez riches pour rendre au moins 50 pour 100 de métal, et dont la gangue est peu siliceuse, est suivie en Angleterre et en France dans les mines de Poullaouen et du Huelgoat en Bretagne, et de Pontgibaud en Auvergne.

Elle s'emploie exclusivement dans des fours à réverbère, où l'on exécute successivement les deux phases de l'opération. Après avoir bocardé et lavé le minerai, on l'introduit dans le four par une ouverture, et on l'étale sur la sole qui est déprimée à son milieu. On chauffe le four avec de la houille, la chaleur chauffe la masse ainsi que l'air qui brûle les couches superficielles du sulfure ; il se dégage de l'acide sulfureux et il se forme de l'oxyde et du sulfate de plomb. Toutes les demi-heures, on remue le schlich avec un ringard pour mélanger les couches oxydées de la surface avec la masse intérieure. Au bout de trois à quatre heures de grillage, on ferme les portes, et la seconde réaction a lieu ; du plomb liquide, ainsi que du sous-sulfure de plomb (matte plombeuse) formé, coulent dans un bassin de fer. La matte plombeuse, qui se solidifie promptement, est enlevée avec un crochet et soumise de nouveau au traitement.

Nous avons dit que toutes les galènes sont plus ou moins argentifères.

Un ingénieur anglais, Patricson, ayant découvert que si l'on fait fondre du plomb argentifère, et qu'on le laisse ensuite cristalliser par le refroidissement, les cristaux qui se forment renferment à peine des traces d'argent, tandis que la presque totalité de ce métal se trouve concentrée dans la masse non cristallisée, qui devient ainsi un *plomb d'œuvre* très-riche. Après avoir séparé les cristaux de la masse liquide, on soumet celle-ci à la coupellation, opération que nous décrirons plus loin.

Dans le procédé de la *méthode par réduction,* on mêle le minerai trié et le schlich fourni par le bocardage et le lavage, avec de la fonte grenaillée, des scories provenant de fontes antérieures, et enfin avec les autres produits de l'oxydation du plomb dans les fours de coupelle ou *abstrichs,* substances qui toutes proviennent du travail antérieur de l'usine, et constituent des fondants actifs.

On opère le mélange dans les proportions suivantes :

34 quintaux de minerai trié et de schlich;

4 à 5 de débris de sole;

1 d'abstrichs;

39 de scories;

1 et 1/2 de fonte grenaillée.

Ce mélange fait, on l'introduit dans un fourneau à cuve ayant la forme d'un double cône. On allume le feu. Pendant l'opération, les scories coulent continuellement au dehors et l'ouvrier les entraîne à l'aide d'un crochet; quand le bassin est plein de produits métalliques on fait une ouverture; au moyen de ce canal, la matière liquide se rend dans un creuset et se divise en deux couches. L'inférieure est du plomb métallique, la supérieure est formée de sulfure de plomb mêlé à d'autres sulfures métalliques qui se trouvaient dans le minerai, et au sulfure de fer provenant de la réaction de la grenaille sur la galène. Cette couche supérieure est appelée *première matte plombeuse,* on la soumet à des grillages répétés, puis à l'action des fondants et de la fonte grenaillée, lorsque la galène contient de la *pyrite cuivreuse.* Ces opérations, successivement répétées, et à plusieurs reprises, rendent la matte de plus en plus riche en cuivre, et cette *matte cuivreuse* est traitée comme un minerai cuivreux.

Coupellation. — Le principe de la coupellation est basé sur la propriété que possède le plomb, à une haute température, de s'oxyder, de se vitrifier, et de laisser sur la coupelle l'argent parfaitement pur. Or le plomb d'œuvre qui contient tout l'argent de la galène, est soumis à la fusion dans des coupelles faites avec de l'argile poreuse ou des cendres lavées, fortement tassées et présentant peu de profondeur. On dirige alors sur la masse en fusion le vent de forts soufflets, afin de hâter l'oxydation du plomb. La couche d'oxyde est enlevée du bain à mesure qu'elle s'y forme ; l'opération est terminée lorsque le bain métallique qui était jusque-là terne, devient tout à coup très-brillant. Ce phénomène, qui prend le nom d'*éclair* dans les usines, est dû à la dernière absorption du plomb par la coupelle.

Les minerais de plomb qui ont été soumis à mon analyse comprennent des galènes et un massicot naturel que je crois être un produit de fabrication métallurgique.

J'ai jugé inutile de traiter ces minerais par la voie humide, un traitement pareil m'aurait entraîné trop loin, et la considération de faire un travail inutile m'a arrêté ; aussi toute mon attention s'est-elle, au contraire, portée sur les procédés de la *voie sèche* pour l'extraction de l'argent et du plomb.

Peut-être contestera-t-on les résultats de mes analyses ; peut-être aussi, les minerais que j'ai eus entre les mains étaient-ils de ces échantillons rares, que l'on garde quelquefois dans les collections. Du moins, est-il vrai que l'on pourra toujours par l'expérience contrôler sur les lieux mêmes les faits que j'avance.

Dans tous les cas, je n'affirme pas que la composition que je donne aux minerais soit la composition moyenne réelle. Ce n'est que celle des échantillons qui m'ont été confiés.

Les localités qui ont fourni ces échantillons sont : Bosna, Uskiuf-Karatona et Salonique, pour la Turquie d'Europe, et Bozuk ou Bouzavouk, Amassiah, Smyrne, Samos, Saroukhan, Gianik, Trébizonde, Gumuch-hané, Cureli, pour les possessions ottomanes de l'Asie.

Caractères physiques de ces minerais :

Nos 11. Bozuk : galène lamellaire avec limonite terreuse.

24. Bozuk : galène lamellaire, idem avec quartz.

15. Bozuk : galène, idem.

17. Bosna : galène grenue et striée.

13. Bosna : galène, idem.

21. Amassiah : galène lamellaire, limonite terreuse.

2. Salonique : galène grenue avec gangue, quartz carrié.

100. Smyrne : galène lamellaire avec limonite terreuse.

7. Samos : idem.

23. Samos : idem.

46. Uskiub-Karatova : idem.

99. Idem : galène avec pyrite de cuivre et avec quartz.

10. Provenance inconnue : galène lamellaire encroûtée de limonite.

9. Idem : galène lamellaire avec limonite.

3. Saroukhan : galène grenue avec des traces de limonite, gangue argileuse.

18. Gianik : galène lamellaire avec phosphate de plomb.

20. Djanik : galène lamellaire.

1. Djanik : galène lamellaire avec limonite.

22. Trébizonde, galène et pyrite de cuivre.

4. Trébizonde Gumuch-hané : galène avec pyrite de fer cubique.

5. Trébizonde : galène grenue.

12. Trébizonde : galène lamellaire avec pyrite jaune et pyrite cuprifère.

8. Trébizonde : galène lamellaire avec pyrite de fer et quartz.

35. Trébizonde-Curéli : galène insuffisamment traitée.

Nos 19. Trébizonde : galène avec pyrite.

6. Trébizonde : idem.

44. Samos : galène avec limonite.

45. Provenance inconnue : galène avec limonite, gangue, quartz, hyalin.

40. Uskiub-Guilan Massicot : provenant probablement des anciennes scories.

Marche suivie dans l'analyse des minerais de plomb.

Ces vingt-huit échantillons, après avoir été réduits en poudre, ont été soumis au traitement suivant :

On prend 10 grammes du minerai pulvérisé que l'on mélange à 20 grammes de carbonate de soude et avec 2 ou 3 grammes de fil de fer ou de pointes de Paris.

Ce mélange, introduit dans un creuset de terre réfractaire assez grand pour qu'il n'en remplisse que les deux tiers, est chauffé au rouge, et l'on maintient la masse en fusion pendant une demi-heure environ.

Tout le soufre de la galène se combine au fer pour lequel il a une plus grande affinité que le plomb, et au carbonate de soude à l'état de sulfure alcalin. Ces deux produits avec le silicate de soude formé passent dans les scories ; le plomb réduit à l'état métallique se réunit en culot au fond du creuset. Après le refroidissement, on casse le creuset et l'on détache le culot métallique de la scorie pour le peser.

Ce culot de plomb a servi à la coupellation pour en extraire l'argent.

On fait également des essais de galène en fondant un mélange de :

10 grammes de galène pulvérisée.
10 — de cyanure jaune sec.
5 — de cyanure blanc.

Ces deux procédés généralement employés donnent des résultats assez précis.

Nous allons indiquer la quantité d'argent et de plomb contenus dans les minerais de plomb analysés.

Nos D'ORDRE	LOCALITÉS.	PLOMB.		ARGENT.	
		POUR 10. gr.	POUR 100. gr.	POUR 10. gr.	POUR 100. gr.
11	Bozouk ou Bouzavouk...	6,942	69,42	0,002	0,02
24	Bozouk	2,407	24,07	0,002	0,02
15	Bozouk	4,769	47,69	0,002	0,02
17	Bosna	7,389	73,89	0,0021	0,021
13	Bosna	4,453	44,53	0,0195	0,195
21	Amassiah........... .	6,448	64,48	0,009	0,09
7	Samos...............	5,63	56,3	0,011	0,11
23	Samos................	6,577	65,77	0,013	0,13
44	Samos................	6,325	63,25	0,001	0,01
100	Smyrne.............	6,983	69,83	0,005	0,05
3	Saroukhan............	7,01	70,1	0,001	0,01
18	Djanik....	6,087	60,87	0,0005	0,005
1	Djanik..............	6,592	65,92	0,0025	0,025
20	Djanik....	5,131	51,31	0,003	0,03
22	Trébizonde	2,375	23,75	0,0015	0,015
5	Trébizonde	6,602	66,02	0,001	0,01
12	Trébizonde	1,485	14,85	0,0015	0,015
8	Trébizonde	2,797	27,97	0,004	0,04
19	Trébizonde	3,83	38,3	0,0045	0,045
6	Trébizonde	1,88	18,8	0,001	0,01
4	Trébizonde-Gumuch-Hané.	1,78	17,8	0,002	0,02
35	Trébizonde-Curéli......	6,195	61,95	0,0045	0,045
2	Salonique.............				
99	Uskiup-Karatova	3,95	39,5	0,001	0,01
46	Uskiup-Karatova	5,64	56,4	0,025	0,25
40	Uskiup-Guilan	7,165	71,65	0,0025	0,025
10	Provenance inconnue....	3,993	39,93	0,001	0,01
9	Provenance inconnue....	5,482	54,82	0,001	0,01
45	Provenance inconnue....	4,885	48,85	0,009	0,09

Applications du plomb à la pharmacie et à l'industrie.

Le plomb fournit à la pharmacie et à l'industrie quelques préparations plus ou moins importantes.

Les préparations plombiques, à cause de leurs propriétés vénéneuses, ne sont employées en médecine que comme médicaments externes.

Pharmacie. — En première ligne nous trouvons :

L'*acétate de plomb neutre* ou *sel de Saturne* des anciens chimistes, qui s'obtient par l'action directe de l'acide acétique sur le plomb.

On le prépare en grand en traitant la litharge par le même acide, en ayant soin d'arrêter l'opération dès que la liqueur est devenue neutre. Alors on l'évapore lentement, et elle laisse déposer des cristaux d'acétate de plomb qui ont pour formule $PbO,C^4H^3O^3 + 3HO$. On lui donnait autrefois le nom de sucre de Saturne, à cause de sa saveur sucrée. L'eau contenant les carbonates et les sulfates est troublée et rendue laiteuse par une dissolution d'acétate de plomb : c'est alors l'*eau blanche* ou l'*eau de Goulard* des pharmaciens. L'acétate neutre, chauffé dans une capsule de porcelaine, se transforme en *acétate sesquibasique*, $3PbO,2C^4H^3O^3+HO$, dont la dissolution dans l'eau constitue l'*extrait de Saturne.*

La *litharge*, PbO, se prépare en calcinant du carbonate ou de l'azotate de plomb pur, poussant l'opération jusqu'à la fusion et laissant ensuite refroidir. Elle sert à préparer les emplâtres en la mélangeant intimement à l'axonge.

Les autres préparations plombiques, telles que sulfate, azotate, iodure de plomb, etc., ne s'emploient pas en pharmacie.

Le plomb, au contraire, est d'un grand usage pour les arts et l'industrie.

La litharge, le minium, servent à la confection des vernis, dans l'émail des poteries, à la fabrication des cristaux, à colorer en rouge la cire à cacheter, et rendent siccative l'huile de lin.

La *céruse*, ou *carbonate de plomb*, est employée à peindre en blanc les boiseries des appartements, à étendre les couleurs et dessécher les huiles. Dans le commerce elle prend le nom de *blanc de Venise*, *blanc de Hombourg*, etc., et se trouve mêlée en quantité souvent très-considérable avec le sulfate de baryte.

Le *chromate de plomb* ou *jaune de chrome* sert dans la peinture ordinaire; les fabricants de papiers peints l'emploient avec profusion ; les indienneurs et les teinturiers l'appliquent sur les étoffes et tissus par double décomposition.

Les *oxychlorures de plomb* vendus dans le commerce sous les noms de *jaune de Cassel*, *jaune de Turner*, *jaune de Paris*, *jaune de Vérone*, etc., sont des combinaisons en proportions plus ou moins variées d'oxyde et de chlorure de plomb.

Le sulfure de plomb est employé tel que la nature nous le présente sous le nom d'*alquifoux*, pour faire la couverte des poteries communes; le sulfure, exposé à la chaleur, perd son soufre, devient de l'oxyde de plomb, lequel forme avec la silice de la poterie un silicate de plomb, attaquable par les acides, et par suite dangereux pour son emploi.

CHAPITRE IV.

DE L'ARSENIC.

L'arsenic se trouve dans la nature sous plusieurs états, mais l'espèce la plus répandue et qui fournit à peu près tout l'arsenic du commerce et les composés, est l'arsenic sulfuré.

Celui-ci comprend deux variétés :

L'orpiment As^2S^3, et le réalgar AsS.

L'orpiment, appelé aussi orpin (l'*auripigmentum* des anciens), présente les caractères suivants :

Sa densité est de 3,48. Tendre et flexible sans aucune élasticité; Son éclat est nacré, sa couleur d'un jaune citron ou jaune orangé très-vif. Sa composition, d'après Klaproth, Laugier et Thenard, est :

Soufre.............	38	38,14	43
Arsenic......... ...	62	61,86	57
	100	100,00	100

L'orpiment existe dans la nature sous plusieurs formes :

1° L'*orpiment lamellaire*, en petites masses composées de lames nacrées qui se détachent facilement ;

2° L'*orpiment granulaire*, en masses compactes, mais présentant toujours des grains assez distincts ;

3° L'*orpiment testacé* ou *oolithique*, en globules testacés, agrégés ensemble comme les oolithes calcaires ;

4° L'*orpiment terreux*, en petites masses faiblement agrégées et passant à la variété compacte.

L'orpiment se rencontre de même que le réalgar dans les solfatares, dans les filons métalliques et aussi dans les terrains de cristallisation et le

couches sédimentaires qui les avoisinent, notamment dans les dolomies et gypses grenus. Les gisements importants sont en Hongrie, à Moldava, et au mont Szokolawa, près de Tajowa ; à Kapnick et Felsabanya, avec réalgar, blende et barytine cristallisée dans une roche porphyrique ; à Nagybanya avec l'argent natif, dans un diocrite. On le trouve aussi à Van, au Mexique, en Perse et en Chine.

L'eyalet de Van donne de l'orpiment lamellaire ; celui que je possède présente tous les caractères de la forme lamellaire que j'ai décrite plus haut, avec quelques points d'un rouge vif disséminés dans sa masse.

Cet orpiment, pulvérisé finement, a été complétement dissous dans l'ammoniaque sans aucun résidu. Ce fait seul peut suffire à montrer que ce minerai ne contient pas de traces de gangue ni de matières étrangères.

Le réalgar est la seconde variété de l'arsenic sulfuré. Sa densité est de 3,56, sa dureté de 1,5 à 2. Il est tendre et fragile. Sa cassure est inégale ; sa couleur d'un rouge plus ou moins vif, celle de la poussière d'un jaune orange.

Le réalgar se présente sous trois formes :

1° *Réalgar baccilaire*, en petits cristaux prismatiques déformés, groupés parallèlement à leur longueur ;

2° *Réalgar compacte*, en petites masses amorphes, quelquefois finement grenues ;

3° Réalgar en enduit superficiel.

Le réalgar se rencontre en cristaux implantés, soit dans les produits des volcans et des solfatares, soit dans l'intérieur des filons métallifères, particulièrement dans ceux qui sont remplis par des minerais d'argent, de plomb et de cobalt.

Les principaux gisements sont en Hongrie et en Transylvanie, où il est accompagné d'orpiment, d'arsenic natif, de bismuth, de panabase, de chalkopyrite, de blende, etc. On le trouve aussi dans les mines d'Andreasberg, au Harz, en Saxe, en Bohême, en Suisse au Saint-Gothard et dans la vallée de Binnen, disséminé en petites veinules dans la dolomie grenue avec pyrite. Celui des terrains volcaniques se rencontre à la solfatare de la Guadeloupe, où il est connu sous le nom de soufre rouge.

On le trouve à Pouzzoles, au Vésuve, dans la lave de 1794, etc., etc.

On m'a envoyé de Bosna, en Turquie d'Europe, une variété compacte et grenue de réalgar.

L'ammoniaque l'a attaquée, mais en laissant un résidu qui est resté insoluble dans l'acide chlorhydrique bouillant.

Les applications du réalgar et de l'orpiment sont très-restreintes aujourd'hui ; cependant ils sont tous les deux employés dans la peinture, le premier sous le nom de *rubine*, à cause de sa couleur rouge. Les anciens le désignaient sous le nom de *sandaraque*. En Chine on en fait des pagodes et des vases purgatifs dont on se sert en faisant infuser des acides végétaux que l'on boit ensuite.

L'orpiment sert à teindre en jaune les bois blancs et leur donner l'aspect du buis. Les Orientaux en font un dépilatoire que les Turcs nomment *rusmé*, et qui leur servent à se rendre chauves sur le so͞mmet de la tête.

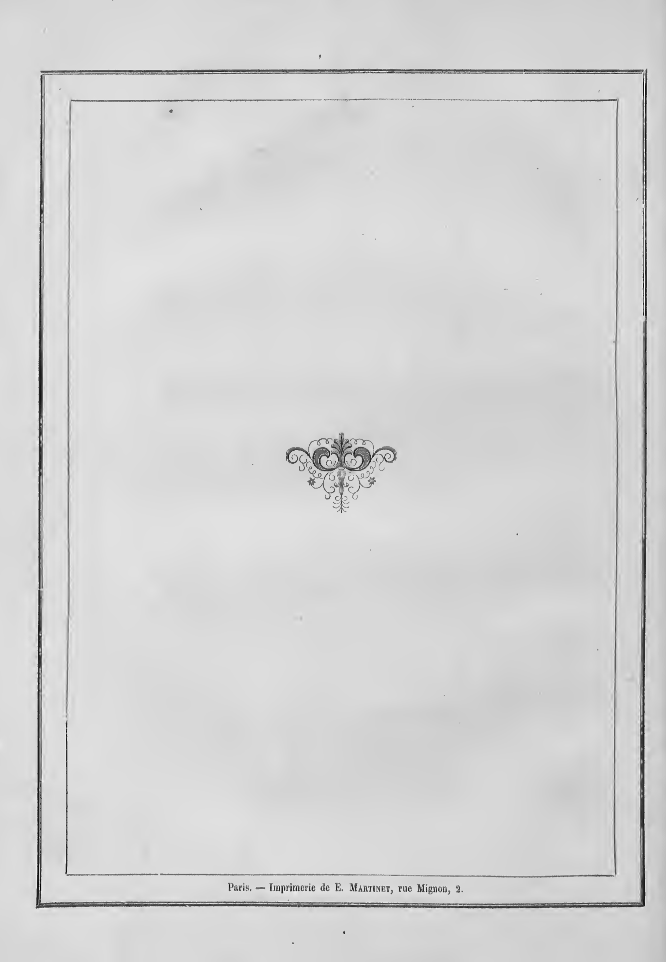
Ici se termine l'exposé des travaux que j'ai entrepris et exécutés dans le laboratoire de M. Fremy, professeur au Muséum d'histoire naturelle et à l'École polytechnique, membre de l'Institut, etc.

Qu'il me soit permis d'exprimer ici toute ma reconnaissance à cet éminent chimiste, pour la bienveillance qu'il m'a toujours témoignée et pour les excellents conseils que j'ai reçus de lui durant le cours de mes recherches.

Reconnu bon à imprimer.
Pour le Directeur de l'École supérieure de pharmacie,
G. GUIBOURT.

Vu et permis d'imprimer.
Le Vice-recteur de l'Académie de Paris,
A. MOURIER.





Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.